

La façade habitée

une ressource pour la
conception durable

La façade habitée

une ressource pour la
conception durable

Directeur pédagogique
Emmanuel Rey
Second professeur
Marilyne Andersen
Maître EPFL
Pascal Michon



2022, Lara Karine Marcelle Baumgartner
Ce document est mis à disposition selon les termes de la Licence
Creative Commons Attribution (CC BY <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Les contenus provenant de sources externes ne sont pas soumis à la licence
CC BY et leur utilisation nécessite l'autorisation de leurs auteurs.

Remerciements

Je tiens à remercier le professeur Emmanuel Rey, directeur du Laboratoire LAST (Laboratoire d'architecture et technologies durables) de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne et Pascal Michon, mon maître EPFL et collaborateur du laboratoire LAST, qui m'ont encadré tout au long de cet énoncé et qui m'ont partagé leurs brillantes intuitions. Qu'ils soient aussi remerciés pour leur gentillesse, disponibilité et pour les nombreux encouragements qu'ils m'ont prodigués. Je tiens également à les remercier pour leurs engagements présents et à venir ainsi que la professeure Marilyne Andersen, directrice du laboratoire LIPID (The Laboratory of Integrated Performance in Design) pour ses retours et futur engagement pour la suite de ce travail de diplôme.

Milles merci aux habitants de Cressy, Chalon et Céligny pour leurs témoignages et disponibilités. Merci à Marina Muñoz pour la relecture de ce travail.

Vers une architecture frugale.

Concevoir et réaliser un bâtiment sans ventilation mécanique ni chauffage central, avec des matériaux non pas énergivores mais locaux et biosourcés. Dessiner des architectures bioclimatiques dans lesquelles la lumière naturelle est omniprésente, où la technique est à sa juste place pour laisser toute sa part à l'implication de ses habitants. Penser un confort nourri d'usages appropriés aux cultures et aux climats. Tout cela demande que chaque détail soit réfléchi...¹

¹ Madec, *L'écurie*, 2019

CHAPITRE 1	CONSIDÉRATIONS	11
	<i>État des lieux, un changement climatique imminent</i>	13
	<i>Courants de pensée et positionnements</i>	14
	<i>Démarche d'analyse</i>	16
CHAPITRE 2	HISTOIRE DES INTERFACES CONTRÔLÉES AUX INTERFACES FRUGALES	19
	<i>Introduction</i>	20
	<i>Les interfaces</i>	22
	<i>La modernité, l'environnement contrôlé</i>	25
	Le premier âge de la technologie	26
	Le verre et le contrôle de l'environnement	28
	<i>L'héritage du modernisme et le paradoxe de la technologie High-Tech</i>	35
	L'expression du « High-Tech »	36
	Repenser l'architecture à partir de la technologie	38
	Foster associés, Willis-Faber and Dumas Building à Ipswich	42
	Christian Kerez avec l'ouvrage House with one wall à Zurich	44
	Synthèse	45
	<i>L'opposition aux mouvements modernistes</i>	49
	<i>L'espace-paroi, Louis Isodore Kahn</i>	50
	Rapport à la ville, potentiel d'expression	52
	<i>L'architecture bioclimatique</i>	54
	Le retour du vernaculaire	54
	L'architecture solaire avant la crise	56
	L'architecture solaire après la crise	59
	L'architecture bioclimatique, de nouvelle considération pour le confort	60
	<i>Un manifeste pour une frugalité heureuse</i>	62
	<i>Synthèse</i>	64

CHAPITRE 3	DE L'IDÉOLOGIE AU PROJET, ENJEUX ET POTENTIALITÉS DES INTERFACES	67
	<i>Enjeux et potentialités des interfaces</i>	69
	Introduction	69
	<i>L'expression architecturale</i>	70
	L'accès	70
	Cadre bâti et paysager	70
	Composer une façade	71
	Typologie de l'interface	72
	Protection et matérialité	73
	Héritage et posture architecturale	73
	<i>Les potentiels d'usage</i>	74
	Acteurs	74
	Composition et matérialité	74
	Appropriation	75
	Usage	75
	Mise en scène	76
	<i>Les stratégies bioclimatiques</i>	76
	Stratégie de réchauffement, système passifs	78
	Stratégie de refroidissement, systèmes passifs	80
	Stratégie liée à la lumière naturelle	84
	<i>Synthèse</i>	86

CHAPITRE 4 ÉTUDES DE CAS	89
<i>Lacaton & Vassal - Logements Chalon-sur-Saône</i>	93
L'expression architecturale	94
Les potentiels d'usages	100
Le potentiel bioclimatique	104
<i>Bunq architecte - Logements les Grands-Chênes à Céligny</i>	107
L'expression architecturale	108
Les potentiels d'usages	112
Le potentiel bioclimatique	118
<i>Coopérative Equilibre - Logement à Cressy</i>	123
L'expression architecturale	124
Les potentiels d'usages	130
Le potentiel bioclimatique	136
<i>Synthèse</i>	138
CHAPITRE 5 SITE	143
CHAPITRE 6 CONCLUSION	149
CHAPITRE 7 BIBLIOGRAPHIE	153

CHAPITRE 1

CONSIDÉRATIONS

Que nous le voulions ou non, les prochaines décennies seront faites de profondes et rapides adaptations. Ces changements impacteront fortement nos modes de vie, nos représentations, la valeur de ce que nous posséderons, notre travail, le vivant, le temps et l'espace. La transition vers un nouveau système économique, comme les effets du changement climatique – pénuries d'énergie, d'eau, de travail – sera difficile à admettre. Il faut donc maintenant se confronter à la situation et redéfinir un nouvel imaginaire, pour vivre demain.

Les modifications du règlement urbanistique des dernières années visent un développement vers l'intérieur du territoire pour la densification, afin de préserver les surfaces agricoles. C'est en partie l'expression d'une prise de conscience de notre rapport au territoire, de la nécessité de protéger le paysage et d'en quelque sorte sa rareté. L'architecture suit cette tendance pour une conscience écologique, notamment par la préservation de surface en pleine terre, l'orientation du bâti vers des secteurs déjà construits pour les réduire ou faire des surélévations. Ces facteurs, propres à notre domaine, favorisant une densification mesurée du territoire, rentrent en conflit avec la rationalité économique qui vise à maximiser les revenus et limiter les charges pour les investisseurs.¹

Dans ce paradigme, une question se pose : est-il donc réellement possible de construire un habitat manifeste d'un équilibre réussi entre valeur durable et qualité spatiale ?

Il faut rechercher et investir les outils typologiques que nous avons pour générer une cohésion sociale et un habitat qualifié. . « Un habitat en oignon » où la température de nos pièces et les modes d'ouverture sont adaptés aux fonctions spécifiques. Les serres, les réduits, les celliers, les dépendances, les locaux partagés, les entrées, les bureaux et les chambres d'amis sont autant d'espaces que nous pouvons réintroduire et réinvestir dans notre habitat, car le changement climatique nous y oblige.

1 Guidetti, *Manifeste pour une révolution territoriale*, 2021.

2 IPCC, *2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021*, 2021.

État des lieux, un changement climatique imminent

Dès les débuts de l'industrialisation, certains ont émis l'hypothèse que les gaz carboniques et un certain nombre d'autres gaz à effet de serre allait engendrer des modifications sur notre climat. C'est surtout à partir des années 60 et 70 que cette question est creusée et conduira à la création, en 1989, du GIEC, (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change). Ces groupes vont produire depuis leur création des rapports pour expliquer un réchauffement climatique détecté et comprendre le plus justement possible les causes probables. Depuis 1990, six rapports ont vu le jour, dont le dernier datant de 2021. L'influence humaine est la cause du réchauffement global dans l'atmosphère et des océans, du changement des cycles de l'eau, de la réduction des surfaces des glaciers, de l'augmentation du niveau des océans et de la provocation de changement climatique de plus en plus extrême. L'échelle des changements climatiques qui ont été opérés sur notre système sont sans précédent depuis des milliers d'années. Nous sommes responsable. Ainsi, il est nécessaire de faire le maximum pour limiter nos émissions de gaz à effet de serre, car si nous y parvenons cela aurait des effets considérables sur la capacité de résilience du système terre.²

Le secteur de la construction n'est pas innocent dans cette situation. Dans l'UE, les bâtiments représentent 40 % de la consommation finale d'énergie et 36 % des émissions de gaz à effet de serre.³ Ces chiffres semblent être globalement inchangés, bien que la performance énergétique des bâtiments soit à l'ordre du jour de l'UE depuis au moins 1984. En Suisse, en 2019, le secteur de la construction demande encore 33,4 % de la consommation globale d'énergie. Nous devons, dès à présent, mettre en œuvre des stratégies permettant de réduire nos besoins en énergie.⁴

3 Eurostat, *Energy consumption by sector*, <https://epthinktank.eu/>, 2014.

4 bfs admin, *statistique énergie consommation*, www.bfs.admin.ch, 2019.

Courants de pensée et positionnements

« Développement durable et transition supposent une évolution qui s'inscrit dans la durée. Nous avons besoin de temps mais n'en avons pas. C'est pourquoi nous proposons [...] de dépasser ces notions et appelons à l'écologie sans transition, à l'action et à la révolution. »¹ Guidetti

Ce travail s'inscrit dans l'air du temps qui est à la réflexion sur l'environnement, l'écologie et la durabilité. La façon dont ces disciplines affectent actuellement la pratique et la théorie de l'architecture et de l'urbanisme, n'est plus une « option », mais bien une nécessité, c'est-à-dire une dimension essentielle et constitutive de nos disciplines et de leur évolution. Différents courants de pensée m'ont permis, lors de mon cursus académique, de former une pensée et une approche de la discipline architecturale : par l'approche sensible, consciente et spatiale du Laboratoire Last et de Bruno Marchand et les appels à l'action de Sébastien Marot, Antoine Picon, Philippe Madec, Philippe Bihouix, Reyner Banham, Robert Gargiani et, plus régionalement, Tribu. Sans oublier les connaissances spécifiques en conception durable apporté par Silvia Coccolo, Caroline Karmann et Marilyne Andersen.

Dans ce cadre générale de l'étude des interactions des êtres vivants entre eux et avec leur milieu, l'art de bâtir de cet ouvrage se veut tourné vers un art de concevoir avec notre environnement.²

Philippe Bihouix, ingénieur spécialisé dans la finitude des ressources minières, distingue deux types d'écologie. La première, déjà évoquée par les penseurs de l'écologie politique au début des années 1970, est celle de la demande. C'est, en quelque sorte, la base de la pensée frugale, où l'on cherche à aller à la racine des problèmes en questionnant les modes de vie. Au lieu de se demander comment combler un certain besoin de manière plus écologique, il s'agit de se demander

quel est la nécessité réelle de combler ce besoin. S'il est essentiel, il faut essayer d'y répondre en utilisant le moins de ressources possible. Le questionnement sera toujours de se demander s'il est possible de faire moins, plus simple ou avec ce qui existe déjà.^{3,4}

Le second type d'écologie est celle de l'offre, visant à réduire la consommation de combustibles fossiles sans changer les habitudes de consommation. L'auteur explique qu'il n'est pas contre les énergies renouvelables en tant que telles, mais qu'il est contre les discours trompeurs qui laissent imaginer qu'il sera possible de continuer à vivre comme avant sans remettre en question nos besoins. Il est important de se remettre en question, de sortir d'une vision anthropocentrique où l'environnement doit être protégé et ménagé en tant qu'ensemble de ressources vitales pour l'existence et la survie de l'espèce humaine. C'est encore aujourd'hui le courant dominant, en particulier en Europe, et la plupart des stratégies de développement « durable » ou « résilient » relèvent, plus ou moins, de ce courant anthropocentrique.⁵ On l'appelle « utilitariste » dans la mesure où il considère la protection des autres espèces ou composantes de l'environnement comme des moyens ou des ressources à ménager pour assurer la survie et l'essor du seul sujet de droit que serait l'espèce humaine.

En somme, le pari de ce travail s'inscrit dans une pensée où les préoccupations environnementales sont de nature à renouveler en profondeur l'idée que l'architecture se fait d'elle-même et de sa théorie. Par conséquent, cela modifie et régénère le regard que l'on porte sur l'histoire de cette discipline, si ce n'est pas de le changer complètement. S'intéresser à l'environnement en architecture, ce n'est pas juste sortir de l'architecture pour prendre en considération des impératifs qui viendraient d'autres disciplines et auxquelles il faudrait se conformer. Les questions environnementales sont une invitation à revenir dans le fond de ce qu'est l'architecture depuis toujours.

1 Guidetti, *Manifeste pour une révolution territoriale*, 2021.

2 « Écologie », In *Wikipédia*, 1 janvier 2022.

3 Bihouix, *L'âge des low tech*, 2014.

4 Bornarel, Gauzin-Müller, Madec, *Manifeste pour une frugalité heureuse*, 2018.

1 Marot, *Cours: Histoire de l'environnement*, 2020

Démarche d'analyse

Ce travail détaille et analyse par thématiques les différentes stratégies qui permettent la conception de façades habitées durables. Pour réaliser cette étude et comprendre l'ensemble des enjeux qui entourent la production architecturale contemporaine, nous ferons un retour sur le développement des pensées appliquées à l'architecture depuis le modernisme. C'est au travers d'une compréhension de notre héritage qu'il est possible de concevoir, en tout état de cause, une architecture inscrite dans un courant particulier. Ce développement se fera dans la première partie de ce travail. L'analyse historique sera faite suivant un regard critique, comme Friedrich Nietzsche le développe dans son ouvrage publié en 1874, *De l'utilité et de l'inconvénient des études historiques pour la vie*. Il s'agira de développer une analyse suivant un point situé, qui ne cherche pas à présenter toute une situation dans un point de vue objectif. L'enjeu est de rechercher, au travers des différents mouvements, les apports fournis à la théorie architecturale. Afin de mieux comprendre pourquoi, à présent, certains concepts sont plus mis en avant que d'autre. Aux origines de l'architecture, l'enveloppe remplissait une nécessité purement fonctionnelle : nous donner une protection face à l'environnement qui nous entoure. Avec le temps, les enjeux se sont complexifiés et nous devons faire face à de nouvelles problématiques auxquelles il faut, aujourd'hui, donner forme. Dans la seconde partie de ce travail, nous étudierons les différentes stratégies que la façade doit mettre en œuvre dans la production contemporaine, à savoir des enjeux relatifs à l'expression architecturale, les qualités d'usage qui sont engendrés par une certaine richesse dans la typologie d'une interface puis finalement les stratégies bioclimatiques à prendre en compte. Nous verrons, par la suite, des exemples construits qui illustrent ces thématiques. Nous pourrons alors analyser la qualité de l'œuvre mise en place. Finalement, nous aborderons les suites de ce projet de diplôme et donc les bases de la réalisation d'un projet de logement collectif durable.

CHAPITRE 2

HISTOIRE

DES INTERFACES

CONTRÔLÉES

AUX INTERFACES

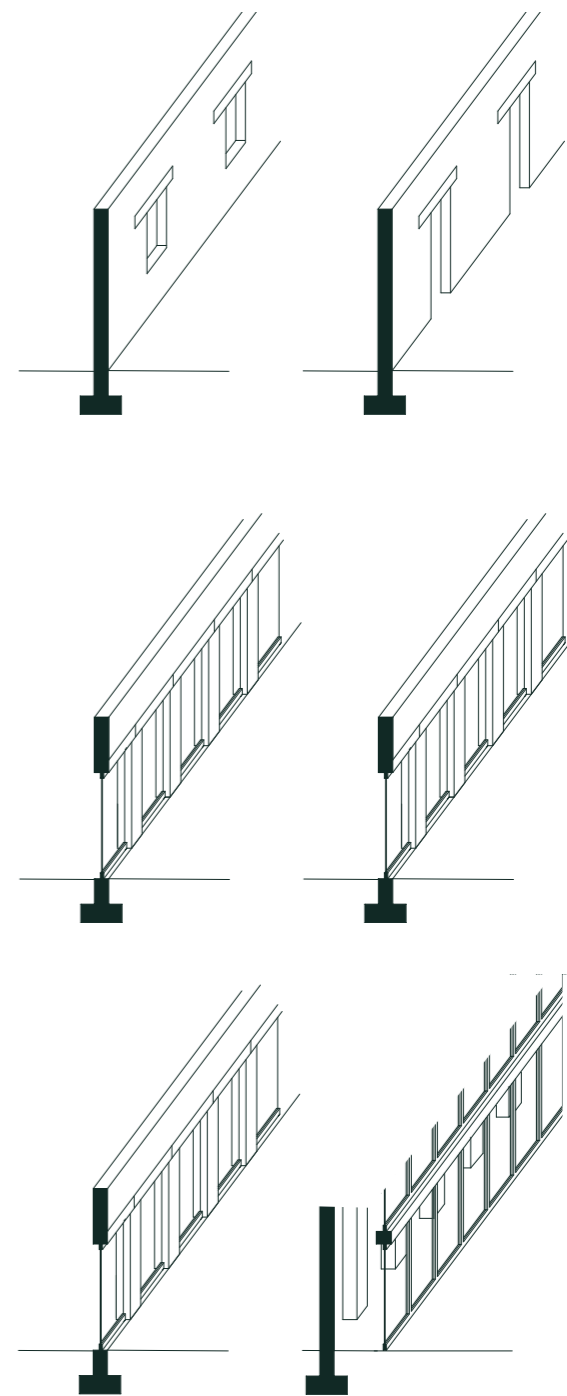
FRUGALES

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons faire un retour historique sur le développement des façades modernes en architecture. La conception et la perception du contrôle de l'environnement climatique vont être peu à peu établies et développées au cours de l'histoire que nous parcourons. Un fort lien existe entre les mouvements architecturaux, la perception de notre environnement et la conception des enveloppes. (Dans ce chapitre, le terme environnement est entendu comme l'ensemble des éléments constituant le climat intérieur et le cadre de vie des individus vivant dans un milieu construit.). Ces différentes connections seront abordées via un processus chronologique qui a mené à notre compréhension et notre approche actuelle en matière d'architecture bioclimatique et frugale. Premièrement, nous aborderons le mouvement moderniste en architecture : dans quel contexte ce dernier voit le jour ? Quels sont les préceptes de ce dernier, notamment en terme de conception d'enveloppe et de gestion environnementale ? Par la suite, nous verrons l'héritage et les conséquences du mouvement moderniste. Nous verrons en premier lieu, les héritiers de la notion du contrôle de l'environnement via la technique du bâtiment et les conséquences de ces positionnements architecturaux sur la façade des bâtiments. Nous aborderons, par la suite, les opposants au mouvement moderne. Cette partie se divisera en deux, la vision alternative de la conception des enveloppes et la vision alternative de la gestion de l'environnement des espaces intérieurs, respectivement les espaces intermédiaire pour les façades et l'architecture bioclimatique. Nous aborderons principalement des principes de conceptions alternatifs pour les espaces intermédiaires en tant que façade et non l'histoire des balcons et loggias appliquée au logement, car ce développement est indépendant et ne s'approche pas directement des notions liées à la perception de notre environnement.

1 Lazime, *Les espaces intermédiaires dans le logement collectif*, 2015

2 Fig 1, Réinterprétation du schéma de Lamunière, tiré de Marchand, *Théorie de l'architecture I-II*, 2016.



Du vernaculaire au moderne
Fig, 1

Schéma revisité de Jean-Marc Lamunière, « Murs-colonnes »²

Les interfaces

L'enveloppe d'un bâtiment peut être de deux natures : mur ou paroi. Nous nous intéresserons à la première catégorie, soit celle de la paroi et plus précisément aux interfaces intérieur-extérieur non porteuses. Revenons en premier lieu sur la définition de cette dernière. *La paroi est une :*

« Cloison non porteuse qui sépare des espaces entre eux ou qui crée une interface entre l'intérieur et l'extérieur. Dans ce sens on parle aussi d'enveloppe architecturale dont la première vocation est celle de la protection ; la notion d'enveloppe renvoie à celle de (re)vêtement. »¹

Cette dernière, telle que nous la concevons aujourd'hui est issue de deux courants de pensée différents: la paroi autonome et de l'espace de paroi (espace de médiation sur la limite spatiale). Ces deux conceptions dictent chacune une manière de composer, former et exprimer une architecture, à priori, en opposition l'une de l'autre. La paroi autonome, issue du mouvement moderne, cherche la planéité de la façade, si possible, sans aucune aspérité : elle poursuit l'idéal de la forme pure. L'espace de la paroi a pour principe la dilatation de la paroi et donne à la limite spatiale plus de profondeur. L'espace de paroi s'apparente au mur creux. La façade est un volume. ¹ Pour se libérer de la structure et faire face aux conditions énergétiques, la paroi « autonome » développe une haute technologie permettant de pallier certaines réflexions concernant l'énergie passive et engendrer, dans de nombreux cas, une qualité spatiale qui peut être discutable quant à son application aux logements individuels ou collectifs. Cette dernière, par sa minceur, libère de la surface habitable alors très prisée par les investisseurs... Pour Le Corbusier, la paroi moderne est une fine couche qui définit l'espace, séparant l'intérieur de l'extérieur ou modulant deux espaces intérieurs.¹ Patrick Meslan, dans son ouvrage : *l'ordre et la règle*, nous explique que le concept de paroi autonome peut se mettre en œuvre de diverses manières. L'expression qui porte notre intérêt est celle où la paroi se dissocie du porteur et vient alors devant ce dernier vers l'extérieur. La dalle est alors en porte-à-faux et s'articule avec la paroi de deux manières différentes. La paroi est soit interrompue par la dalle et supportée par cette dernière ; soit continue et le principe de façade-rideau s'applique. Afin de comprendre une partie de la production contemporaine, il est nécessaire de revenir sur les concepts qu'initie l'architecture moderne.

¹ Mestelan, *L'ordre et la règle*, p.220, 2005.

Les utopies fabriquent l'avenir

« Les grands monuments de l'imagination utopique diurne ne se bornent pas à souffler des bulles de savon, ils percent des fenêtres qui ne s'ouvrent que sur le monde encore imaginaire d'une possibilité toutefois concrétisable (...) »

Le rêve nocturne vit de régression, il est emporté par un flot d'images qu'il n'a pas pu se choisir, tandis que le rêve éveillé projette dans l'avenir des visions qui, loin de lui être imposées, restent sous son contrôle, aussi fougueuse que soit l'imagination qui les a engendrées, et peuvent être médiatisées avec le Possible objectif. Le contenu du rêve nocturne est dissimulé et altéré, le contenu de l'imagination diurne est manifeste, il compose, anticipe et sa teneur latente est déjà de l'avenir. »

Ernst Bloch, *Le Principe Espérance*, 1947

La modernité, l'environnement contrôlé

Dans l'histoire et la théorie de la relation entre architecture et gestion du confort (de nos intérieurs), le mouvement moderniste est un tournant majeur. En effet, ce mouvement va mettre au-devant de la scène de nouveaux sujets aux questionnements de la production architecturale, dont notamment l'amélioration des conditions de vies au sein des logements.

« *L'architecture actuelle s'occupe de la maison, de la maison ordinaire et courante pour hommes normaux et courants. Elle laisse tomber les palais. Voilà un signe des temps.* » ¹ *Le Corbusier*

Ce changement de paradigme est une réaction à la révolution industrielle de la fin du 19ème et du début du 20ème siècle. L'Europe connaît alors une forte croissance de population et de production, qui provoque l'apparition de la classe ouvrière dans la ville. L'ouvrage : *Vers une architecture* (1923), va profondément marquer le début du 20ème siècle², dans ce plaidoyer, l'auteur dénonce un décalage entre la production architecturale et la société contemporaine. La production n'est plus adaptée aux besoins de la société, notamment face à l'explosion des innovations technologiques, l'architecture, elle, n'a pas évolué. ¹

« *[la discipline architecturale] en tant que pratique artisanale, elle remonte pour ainsi dire à l'aube de la culture humaine. Conditionnée à admirer des structures qui tiennent debout depuis deux mille ans ou plus, et soumise par habitude sociale à l'exigence de concevoir ses réalisations à l'échelle de plusieurs siècles, cette profession a été d'une incroyable lenteur à changer d'état d'esprit et à réviser ses attitudes ; elle a eu tendance à se croire aux prises avec des révolutions majeures à chaque fois qu'elle était confrontée à des innovations techniques que d'autres formes d'artisanats et d'autres disciplines n'ont pas hésité à adopter.* »
R. Banham

¹ Le Corbusier, *Vers une architecture*, 1923.

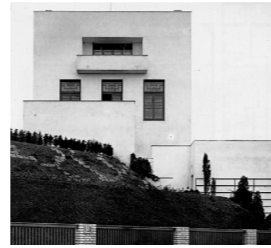
² Van Gerrewey, *Théorie de l'architecture IV*, 2018.

³ Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, p.193, 2011.

Le premier âge de la technologie

Au début du 20^{ème} siècle, le mouvement moderniste va peu à peu se développer. Ce mouvement architectural est basé sur des technologies de construction nouvelles et innovantes, notamment l'utilisation du verre, de l'acier et du béton armé, l'idée que la forme doit suivre la fonction (fonctionnalisme), l'adoption du minimalisme et le rejet de l'ornementation sont des principes qui vont composer ce mouvement.¹ La théorie architecturale de la première partie de la vie de Le Corbusier va impliquer une méthode spécifique de création des espaces. Après avoir remis en question le retard pris par l'architecture de son époque. Il définit un ensemble de principes sur lesquels se baser pour être contemporain. Ainsi, il indique l'utilisation de formes primaires simples, issues des silos, des usines américaines ou de l'architecture égyptienne. Au volume simple, il ajoute la nécessité d'utiliser des lignes régulatrices. Cela lui permet de faire la médiation entre la technique et l'espace. Au volume simple il ajoute la nécessité d'utiliser des tracés régulateurs. Ceci permettant de faire la médiation entre technique et espace. «*module mesure et unifié; un tracé régulateur construit et satisfait.[...] un tracé régulateur est une assurance contre l'arbitraire*». ² En 1927, il publie les célèbres cinq points d'une nouvelle architecture. L'intérêt principal des « Cinq Points » réside dans le fait qu'ils constituent une tentative sans précédent de codifier le langage architectural selon un principe de renversement des valeurs classiques.³

L'analyse de Banham sur l'évolution du lien entre architecture et technologie fait état de deux étapes historiques : « le premier âge de la machine » ⁴ - qui a lié le Corbusier, Gropius et Mies Van der Rohe - avait avoir avec des avancées technologiques collectives : avions, trains, automobiles. Ces derniers sont les signaux de progrès technologiques. L'après-guerre et le « second âge » de la machine est à mettre en lien avec l'âge des technologies personnelles, telles que les aspirateurs, les toaster, les lasers électriques et les ventilateurs sur pied, nous aborderons cela prochainement.



Photographie d'archive, la villa Müller à Prague, 1930.⁵

Cette photographie révèle l'absence brutale d'ornement, l'un des préceptes du modernisme.

1 Van Gerrewey, *Théorie de l'architecture IV*, 2018.

2 Le Corbusier, *Vers une architecture*, p.57, 1923.

3 Gargiani, *Histoire de l'architecture VI*, 2020.

4 Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, p.193, 2011.

5 © Marchand, *Théorie de l'architecture I-II*, 2016

Le premier âge composa une dialectique où l'architecture moderniste avait comme image ces grandes figures techniques et des inspirations de l'industrie. Cependant, dans les années 20-30, si la technologie inspirait les architectes, elle n'était pas pour autant incluse dans les logements, le climat intérieur des habitations n'était pas modifié par cette dernière. Un rapport d'image était établi avec la technologie ; image sur laquelle viendra également l'utilisation massive du verre, mais le processus de conception n'était, selon Banham, pas encore en cohésion avec les réelles avancées technologiques qui n'ont pas été appliquées aux habitations. Prenons l'exemple le plus manifeste en question, la gestion du refroidissement technologique.⁴

« [...] car l'histoire de l'air conditionné est l'exemple le plus classique ou presque d'une technologie d'abord appliquée à des grandes constructions à des fins industrielles dans le but d'améliorer des conditions atmosphériques monstrueusement délétères, puis lentement complexifiée jusqu'à atteindre un degré de sophistication permettant de la répartir et de la rendre suffisamment raffinée pour répondre à des besoins domestiques. » ⁴ R. Banham

Le développement des technologies venant influencer le climat de nos intérieurs a toujours été, en premiers lieu, lié à des nécessités quant à l'usage d'un lieu et non lié à une notion de confort. A l'heure où les termes « climat artificiel » (1904) et « ventilation contrôlée » (1933) sont utilisés pour la première fois par les entreprises Stuart W. Cramer et Carrier Corporation, l'usage et le développement de ces technologies ne sont liés qu'aux applications industrielles. En pratique, il y avait peu de situations où la simple commodité humaine garantissait une marge bénéficiaire suffisamment importante, en proportion, pour que l'investissement en vaille la peine et soit rendu réalisable, au regard du type de technologie alors disponible. ⁴

Le verre et le contrôle de l'environnement

Le contrôle de notre environnement grand public est passé d'abord par l'industrie du cinéma qui fût la première à en bénéficier. Les premières applications demandaient une grande quantité de tuyauterie qui était alors cachée sous les gradins des cinémas, n'influençant donc que peu l'espace utile à la consommation. Étant donné qu'il n'y avait pas besoin de beaucoup plus d'espace pour mettre en œuvre les systèmes de ventilation dans les salles, il était donc accepté d'investir pour le confort des occupants. La surface locative étant inchangée, les augmentations des charges dues à la consommation de ces systèmes étaient acceptables. Ce sera à partir des années 50, à la suite des développements et diverses recherches, que l'intérieur des maisons des particuliers commenceront à être touchés par ces bouleversements de la technologie environnementale et que l'air conditionné commencera à peine à se frayer un chemin dans les foyers.¹

« Dans de telles situations [dans les années 30] où la faisabilité commerciale était la motivation initiale et imposait son veto final, la consommation d'espace au sol par la tuyauterie était une question de vie ou de mort, puisque même le confort offert par l'air conditionné était rarement assez séduisant pour que le montant du loyer soit relevé au point de pouvoir compenser la perte en mètres carrés. »¹ R. Banham

Dans l'évolution de la conception de l'environnement des intérieurs, le verre, mis en avant dans les façades modernistes, a joué un rôle central et varié tout au long de l'histoire récente. Archétype du matériau sélectif, perméable à la lumière mais ni à l'eau, ni à l'air, le verre a révolutionné la fonction des ouvertures dans le gros œuvre. Cette enveloppe du bâtiment, légère et peu coûteuse a permis, dans certains cas, la suppression de ce même gros œuvre. La haute conductivité de ce matériau avait rendu la climatisation obligatoire et la forte consommation d'énergie inévitable. Perméable à divers degrés à des lumières de longueurs d'ondes variables, il a paradoxalement, permis de diminuer la consommation d'énergie par

1 Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, p.201, 2011.

2 Mestelan, *L'ordre et la règle*, 2005.

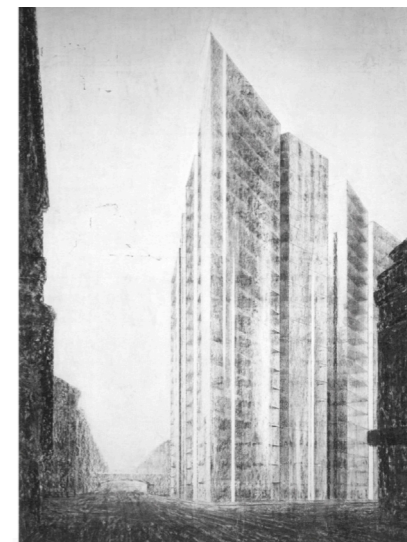
3 Gannon, *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2017.

4 Le Corbusier, *Vers une architecture*, p.225, 1995.

le biais de l'effet de serre.^{2,3} Le modernisme en architecture fera de nombreuses expériences sur les enveloppes en verre afin de redéfinir le statut des façades de la « nouvelle architecture moderne ».⁴

Projet de Mies Van der Rohe, pour le concours de l'immeuble de la Friedrich Strasse à Berlin, en 1922.

Ce bâtiment de forme prismatique est un gratte-ciel complètement recouvert de grandes surfaces en verre, sans socle ni couronnement. Il ne traduit pas la complexité du programme. Par l'utilisation d'un seul matériau Mies délaisse le langage traditionnel de l'architecture.³



« il est évident que vers 1930, Le Corbusier prenait conscience de ce qu'il avait fait, des qualités environnementales qui avaient été perdues en chemin dans les tentatives qu'il avait menées pour abolir le mur porteur. Il fallait à présent découvrir tout un tas de bonne raison pour «remplir» à nouveau cette espace quand il m'a été donné vide. »¹ R. Banham

Les différentes expérimentations à la recherche de ce « vide absolu »² connurent quelques débauches. En effet les premières expérimentations de façades rideaux, démontreraient assez rapidement les limites de la proposition. La réduction de l'enveloppe à une épaisseur de verre continue entraîna de trop grandes variations thermiques. Rapidement des alternatives furent tentées par Le Corbusier pour

1 Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, p.179, 2011.

2 Le Corbusier, *Journal de psychologie normale et pathologique*, p330, 1926.

3 © Marchand, *Théorie de l'architecture I-II*, 2016

« L'usine d'embauchoirs que Gropius construisit pour Fagus en 1911 à Alfeld sur la Leine marque la révélation aussi spontanée qu'inattendue, d'un nouveau langage architectural. Behrens avait dressé des murs monumentaux à droite et à gauche de la paroi vitrée de son célèbre hall des turbines. Chez Gropius, ces murs monumentaux ont disparu. On voit, à présent, que la paroi n'a plus aucune fonction portante mais qu'elle est un simple revêtement et une protection contre les intempéries. [...] L'usine se caractérisait également par des éléments architecturaux entièrement nouveaux. Déjà, pour les usines Fagus, Gropius, évitant d'enfermer la cage d'escalier dans une maçonnerie massive, comme c'était alors la règle, avait remplacé cette maçonnerie par un revêtement en verre et en acier.»¹
B. Marchand



Usine Fagus, Alfeld an der Leine, 1910-1914

¹ Marchand, *Carnet de Théorie de l'architecture I-II*, p. 154, 2016.

garder l'apparence d'une enveloppe continue vitrée et améliorer les conditions climatiques internes avec ce même matériau. Ces expérimentations furent donc rapidement complétées par un second pan de verre. Le nouveau concept du « mur neutralisant » fut alors investigué, prenant alors en compte des aspects de haute technologie (High-Tech). Le Corbusier fera différentes tentatives pour contrôler son environnement, mais les modifications qui ont dû être faites après la réalisation des ouvrages montrent les limites de ces explorations. (Le remplacement des vitrages fixes par des ouvrants, l'ajout de pare-soleil, l'ajout d'un double vitrage à l'une des parois du mur neutralisant).¹

En effet, La Cité Refuge est l'une des expérimentations de ce protagoniste qui connut de très grandes modifications suite aux plaintes des usagers. La paroi autonome est orientée plein sud, à quelques degrés près. Ce mur rideau où une « paroi autonome » était contrôlée par « la respiration exacte » et le « mur neutralisant », pour reprendre les termes de ce protagoniste. Le mur neutralisant était un double vitrage, dans lequel l'air chaud ou froid circulait dans l'interstice des deux parois et la respiration exacte était un système de refroidissement installé dans cette même interstice. À la suite de coupes budgétaires sur le système de refroidissement, le mur neutralisant n'eut pas l'effet escompté et ce bâtiment hermétique se transforma en une véritable serre non vivable lorsque le premier été arriva. L'on finit par ajouter des pare-soleil au devant de cette façade.¹

L'International Style recherche la définition d'une nouvelle architecture, qui se libère des intérieurs encombrés de la modernité.² Cette recherche d'alternative inspirée de l'industrie va appliquer, dans le logement, des principes qui font échos à l'industrialisation notamment le principe de standardisation. La technologie doit pouvoir libérer et donner aux hommes et femmes un nouvelle manière de vivre et d'habiter.³ Le Corbusier proposera alors de vivre dans des maisons exactes et contrôlées. Il a pour objectif d'avoir un environnement stabilisé et statique de 18 degrés toute l'année et clos par des surfaces parfaites pures et continues, autant au sens métaphorique et que physique du terme.¹

« la maison russe, parisienne, de Suez ou de Buenos-Aires, le paquebot

¹ Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, 2011

² Van Gerrewey, *Théorie de l'architecture IV*, 2018.

³ Le Corbusier, *Vers une architecture*, 1995.

de luxe qui traverse l'Équateur, seront hermétiquement clos. En hiver, il y fait chaud, en été, il y fait frais, ce qui veut dire qu'en permanence, il y a 18 degrés d'air pur et exact à l'intérieur. »¹ Le Corbusier

En Amérique, en parallèle des expériences européennes plus au moins réussies sur le contrôle de l'environnement, il y a un développement de la technologie climatisée pour les bâtiments commerciaux.²

« tandis que les architectes européens tentaient d'inventer un style qui permettrait de « civiliser la technologie », les ingénieurs américains avaient inventé une technologie qui rendrait le style architectural moderne habitable par des êtres humains civilisés. »² R. Banham

Le Corbusier a poursuivi son formalisme jusqu'au point où même lui s'était convaincu qu'il était nécessaire d'inventer l'air conditionné s'il voulait que son architecture soit habitable. En Amérique, l'avancée sur l'air conditionné aurait pu offrir des solutions aux problématiques rencontrées par l'International Style Européen des années 20, mais l'histoire de la répartition de l'air conditionné en quantité adaptée à des pièces individuelles avait été un processus long et tortueux. C'est seulement en 1929 que le but fût atteint de manière expérimentale dans le projet de Firme Lyle à Newark dans le New Jersey.²

L'expérience comme celle du mur neutralisant était une des premières tentatives d'application d'un système conditionné, cependant, ce fut un échec car le système n'était pas suffisamment poussé. La paroi « autonome » pour se libérer de la structure et faire face aux conditions énergétiques, développera par la suite une haute technologie permettant de pallier certaines réflexions concernant l'énergie passive. Ce qui engendrera une nouvelle ère où la technologie s'appliquera à l'architecture. Cependant, la qualité spatiale engendrée par ces espaces de verre amène d'autres questionnements en termes de privacité, qui aujourd'hui encore, sont sources de réflexion car l'on produit toujours des logements où la façade est une paroi de verre et cela génère des problèmes de privacité. Paradoxalement cette minceur libère de la surface habitable très prisée par les investisseurs...

¹ Le Corbusier, *Précision sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme* 1930, p.64-66, 1960.

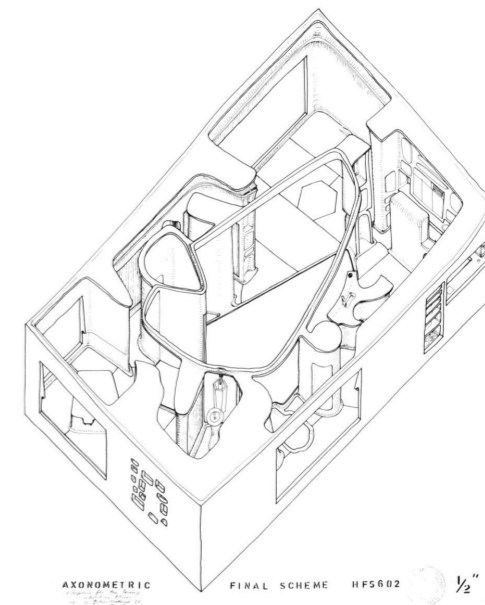
² Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, p.188, 2011.

L'héritage du modernisme et le paradoxe de la technologie High-Tech

Le modernisme apporta une nouvelle vision sur le contrôle de l'environnement. L'environnement intérieur des constructions n'est plus uniquement le résultat de la conception architecturale d'un lieu mais il est possible de modifier et améliorer les conditions que donne une enveloppe grâce à la technologie. Il est possible de créer des intérieurs épurés et hygiéniques grâce à cette dernière. La technologie qui peut être l'innovation des matériaux mais également les inventions dans les techniques du bâtiment. Les limites de l'innovation constructive ont révélé la nécessité de développer les systèmes techniques du bâtiment. Cette nécessité apportera tout une série de questions au post-modernisme. L'on se demandera alors quelle est l'expression de cette technologie de tous les jours. L'après-guerre et le « second âge » à un été, pour rappel, un âge des technologies personnelles : aspirateurs, toasters, rasoir électrique et ventilateur sur pied. La technologie devient très accessible et populaire, ce qui changera le rapport qu'elle entretient avec l'architecture¹, nous allons présentement analyser cela.

House of the Future London,
Alison Peter Smithson, 1956

Ces habitations avec une technologie intégrée dans l'épaisseur de l'enveloppe et venant redéfinir la spatialité du lieu étaient considérées comme des indices d'une nouvelle manière de concevoir l'architecture.



¹ Gannon, *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2017.

L'expression du « High-Tech »

À partir des années 50, le développement de la haute technologie était en proie à des ambiguïtés. D'une part, elle était considérée comme un style visuel basé sur des figures facilement saisissables telles que la structure exposée et les services mécaniques. (Mies, Rogers) D'autre part, elle était comprise comme une attitude envers la construction particulièrement attentive aux relations sociales et aux performances fonctionnelles. (Le Corbusier)¹

Les critiques de l'époque ont accusé cette contradiction et plus largement, le mouvement d'architecture moderne, de crimes allant de l'insensibilité contextuelle à la capitulation au capitalisme.¹ Banham, en revanche, voyait dans le High-Tech une revigoration des qualités visuelles et des principes directeurs sur lesquels l'architecture moderne avait été fondée. Pour lui, le High-Tech représentait la continuation d'une « autre architecture moderne » qui s'était développée parallèlement au style international canonique des années 1920 et 1930 et dont la généalogie remontait à d'autres sources³. Les héritiers de cette « autre architecture moderne » ont tenté de rendre visible la structure des techniques du bâtiment. La première tentative fût le Queen Elizabeth Hall, dont le but était de « satisfaire les exigences environnementales draconiennes des fonctions internes du bâtiment et faire œuvre architecturale à partir des dispositions nécessaires à cette satisfaction. »² L'opinion général accueillit très difficilement ce projet.

Dix ans plus tard, c'était au tour du Centre Pompidou, dont les équipements de gestion de l'environnement, conçu par Richard Rogers, Renzo Piano et Pietro Franchini, ne furent pas simplement rendus apparents mais également affûtés de couleurs pop sur toute une façade. Malgré un certain nombre de critiques, le projet fût bien mieux accueilli que son prédécesseur. Entre-deux, le monde architectural s'était entièrement familiarisé avec l'imagerie du collectif Archigram.¹

3. Des «grands constructeurs» de l'ingénierie du XIXe siècle jusqu'aux constructivistes moins connus.

1 Gannon, *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2017.

2 Gannon, Conférence : Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech, 2018.

Centre pompidou, Paris

Photographie de Francis Toussaint, 2002

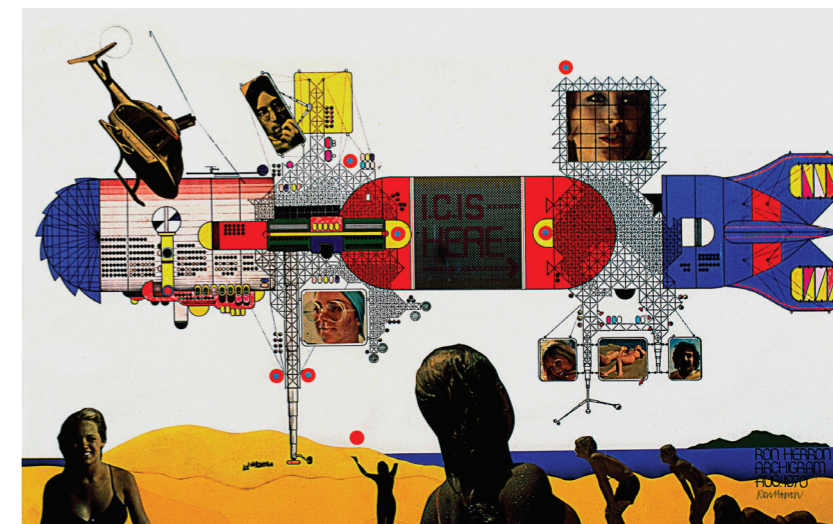
Les éléments liés à la technique du bâtiment et à la structure sont exposés à l'extérieur de l'immeuble, afin de permettre à l'espace central d'être libre.



Projet Instant City

Illustration par Ron Herron du groupe Archigram, août 1970

Archigram illustre et prône l'utilisation des hautes technologies. « Développé à la fin des années 1960 et au début des années 1970, le concept Instant City d'Archigram est un kit transportable de pièces qui peuvent être rapidement assemblés pour permettre aux habitants des petites villes d'accéder aux ressources et aux attractions culturelles d'une grande métropole. »¹



1 Hobson, "Archigram's Instant City Concept Enables a Village to Become a Kind of City for a Week Says Peter Cook" in *Allcadblocks*, 2020.

Repenser l'architecture à partir de la technologie

Il y a eu un blocage esthétique par rapport au fait d'afficher l'architecture des équipements environnementaux. Ce type d'architecture dû respecter l'évolution des goûts autant qu'elle fut la conséquence de l'augmentation du besoin d'éléments techniques dans le bâtiment. En effet il y a eu des difficultés de plus en plus grandes à trouver la place nécessaire pour cacher la tuyauterie et les installations mécaniques à mesure que celles-ci devenaient plus volumineuses et complexes. Dans le rapport entre la façade de l'architecture et la technologie, les développements des années 50 jusqu'aujourd'hui, peuvent être séparés en deux types : « Medium-Tech » et « High-Tech ». L'architecture « Medium-Tech » des bâtiments usuels constitués de technologies appropriées, ne sont pas spécifiquement de haute technologie mais ont une quantité modérée de technologie afin de couvrir les besoins. Les façades n'ont pas d'altérations visibles. La seconde tendance « Monumental high-tech » constitue un mouvement dans lequel l'architecture a un réel besoin de cette cristallisation de l'image. La nécessité de l'architecture, (depuis toujours), d'avoir une image cohérente et percutante. La façade est alors le résultat de cette expression et prend un formalisme propre à une forte adhésion à la technologie. Ce second principe est en opposition avec ce que la technologie a tendance à faire : dissoudre l'architecture, d'où la formulation de Banham, dans son dernier ouvrage inachevé *The Paradoxes of High Tech*. ¹Ce besoin d'image était, par ailleurs, crucial de bien des façons pour la formulation du high-tech, selon Reyner Banham. Ce dernier proposera une nouvelle façon de concevoir l'architecture, non plus basée sur les besoins comme le fonctionnalisme dans l'architecture moderne ou sur des ordres hiérarchiques d'espaces comme Kahn, mais sur la gestion des flux environnementaux comme premier vecteur de réflexion et d'ordonnement de l'espace. ²

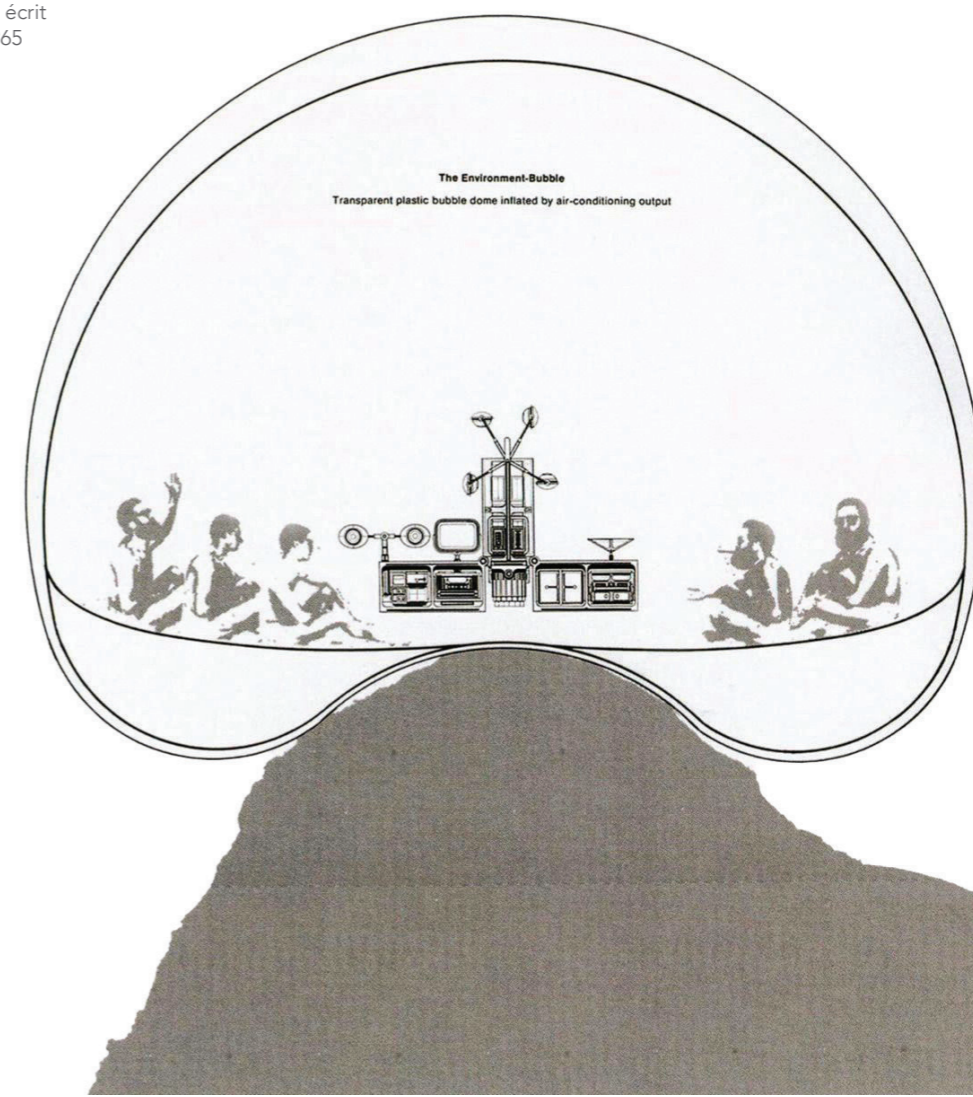
Dans son article *A House Is Not Home* (1965), Reyner Banham pousse la réflexion sur la technologie à ses limites : si celle-ci peut suffire alors pourquoi avons-nous besoin d'une maison ? Cette idée générale traverse tout l'ouvrage : *The Architecture of the Well-Tempered Environment* (1969). L'idée étant que la

2 Gannon, *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2017.

3 Banham, "A Home is Not a House", *Art in America*, 1965.

maison peut disparaître si la technologie est suffisamment robuste. Par analogie, si la technologie agit comme un solvant, plus nous ajoutons de la technologie à l'architecture, plus il y a une dissolution du rôle traditionnel de l'architecture, entendu comme une conception faite de plein et de vide. Cela suppose également que d'une certaine façon : l'architecture (au sens traditionnel du terme) et la technologie sont opposées l'une à l'autre. ³

Dessin réalisée par François della Gray, dans l'article *A House Is Not Home* écrit par Reyner Banham, 1965



1. Reyner Banham décède le 19 mars 1988. Il écrira uniquement les premiers chapitres de ce livre.

« *The basic proposition is simply that the power-membrane should blow down a curtain of warmed / cooled / conditioned air around the perimeter of the windward side of the un-house and leave the surrounding weather to waft it through the living space, whose relationship in plan to the membrane above need not be a one-to-one relationship. [...] it should be possible to design the conditioning kit to deal with most of the weather most of the time, without the power consumption becoming ridiculously greater than for an ordinary ineffective monumental type house.* » ¹ R. Banham

La maison de verre de Philippe Johnson représente la première illustration de cette architecture non monumentale de la technologie. Cette construction représente une manière de mettre en oeuvre la technologie afin de dissoudre la massivité de l'architecture. L'analyse reprise ici parle du point de vue de Banham sur les possibilités qu'offrent de telles conceptions et non celle de P. Johnson. Cette catégorie, dont nous parlons, reprend les codes canoniques de Mies Van der Rohe sur l'architecture d'acier et de verre décrite par Kenneth Frampton quand il dit :

« *une construction en hauteur, sans structure évidente, à la façade entièrement en verre, était tout à fait révolutionnaire, comme l'était la perception du matériau en tant que substance [...] qui nous confronte, comme le verre lui-même, avec le paradoxe d'une dématérialisation matérialisée ou d'une matérialisation dématérialisée, dépendant, littéralement, du point de vue* »².

La production de tels édifices, selon R. Banham, permet de dissoudre toute maçonnerie et présence d'architecture, laissant comme seuls éléments le design d'intérieur et le paysage. Les éléments qui rendent cet espace fonctionnel sont les sols chauffés et l'air conditionné. Cette utilisation particulière de la technique, permettant de ne laisser présent qu'intérieurs et paysages va au contre-pied de l'architecture monumental. Cette dernière est héritière de la Gideon,

1 Banham, "A Home is Not a House", *Art in America*, p.76, 1965.

2 Frampton, « Modernisme et tradition dans l'œuvre de Mies van der Rohe 1920-1968-» in Mies van der Rohe, p. 44, 1987.

3 Gannon, *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2017.

4 « *Maison de verre (Philip Johnson)* — Wikipédia ». Consulté le 3 décembre 2021.

du constructivisme et d'Archigram alors que l'autre modèle remonte à l'International Style, Pevsner via le paysage urbain et finalement Foster, l'un étant l'architecture technologique formel et l'autre pittoresque.³

Pour R. Banham le modernisme des années 20-30 proposa une nouvelle expression architecturale, sans réussir à contrôler les problèmes liés à la gestion climatique des intérieurs, les constructions des années 50 reprennent les mêmes codes d'expression du modernisme, mais cette fois-ci l'utilisation de la technique à bon escient a permis de rendre ces espaces habitables et toutefois dépendant de cette dernière.

Photographie par Caryn B. Davis

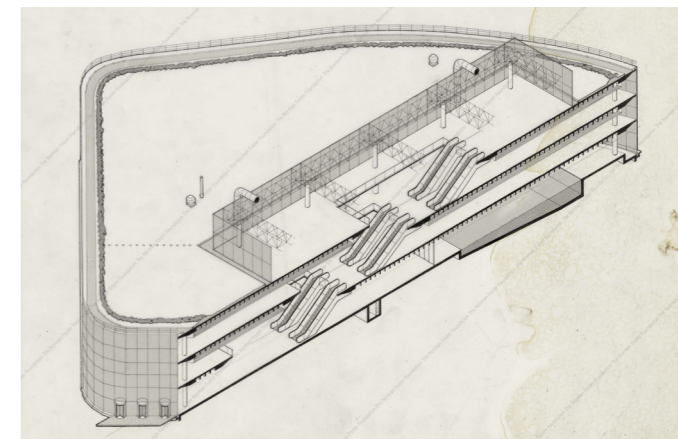
La Glass House a été construite en 1949 et a été conçue par l'architecte Philip Johnson comme sa maison.⁴ Elle est composée de verre, d'acier et de briques. Elle fait partie du mouvement d'architecture moderne héritière de l'International Style, selon Banham.



Axonométrie de Foster and Partners

Willis-Faber and Dumas Building réalisé par Foster Associates à Ipswich en Angleterre. © Foster and Partners

Sur ce dessin l'on peut voir l'enveloppe extérieure en verre et les systèmes techniques et mécanisés du bâtiment.



Foster associés, Willis-Faber and Dumas Building à Ipswich

Todd Gannon dans son ouvrage *Reyner Banham and the paradoxes of high tech* (2017), projette la réflexion inachevée de Banham sur cette architecture alternative. Cette architecture clairement composée de high-tech mais qui ne l'expose pas au grand jour. Cette réflexion questionne le statut de la technologie sur le contrôle des environnements intérieurs.

Un projet tel que le bâtiment de Willis Faber et Dumas conçu par Norman Foster, ne révèle rien du tout de sa structure ou de sa fonction cependant il tend pourtant à être classé dans la catégorie des hautes technologies et cela car il est dépendant de cette dernière et l'utilise à profusion. Banham suggérera même que les récents bâtiments intelligents contrôlés par ordinateur pourraient ouvrir la voie au prochain engagement de l'architecture avec les hautes technologies.¹

Ce bâtiment, construit en 1974, est une enveloppe de verre organique. Cette masse irrégulière, proche des prismes miesiens, propose une toiture gazonnée. De jour, la paroi rideau en verre noir reflète son environnement et de nuit, elle laisse transparaître toute l'organisation et la vie interne du bâtiment. Les vitrages n'ont pas de cadre et sont maintenus par des raccords posés uniquement aux extrémités des différents verres. La transparence des verres laisse apparaître, de jour, une partie des installations techniques, tout en reflétant son environnement. Ainsi, ce bâtiment dialogue avec ses prédécesseurs en proposant une enveloppe « dissoute ». Il recherche également une connexion avec des paysages par l'agencement de sa toiture. La haute technologie et l'architecture récente, paradoxalement maintiennent toutes deux des liens étroits avec les idéologies du mouvement moderne tout en s'écartant de certains de ses principes pour suggérer une manière de travailler qui pourrait surmonter les déficiences de l'architecture moderniste.

1 Banham, Baboulet, *Los Angeles*, 2008.

2 Gannon, *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2017.

« *the interface between interior and exterior reflects the cultural context in a reference to the social structure of the society and the place where they have developed, and in these sense - propagated by Modernism - that openness, transparency and design are to be understood as expressions of democratic society.* »³

Willis-Faber and Dumas Building réalisé par Foster Associates à Ipswich en Angleterre.
Photographie ©Ken Kirkwood, 1974

Sur cette photographie, le contexte du bâtiment est visible simultanément, reflété par la façade et l'intérieur du bâtiment. Les bouches d'aération sont visibles, marquant un certain pattern et une certaine régularité.



La structure métallique permet de libérer l'espace, tandis que le système de ventilation rafraîchit cette enveloppe de verre. L'enveloppe est libérée de toute sa structure porteuse, permettant ainsi au paysage d'entrer dans le bâtiment, les deux étant en totale continuité.
Photographie ©Tim Street-Potter, 1974



Christian Kerez avec l'ouvrage House with one wall à Zurich

On retrouve encore dans la production contemporaine, à cette ouvrage, des réalisations dans le logement qui appliquent l'esthétisme du modernisme. Le développement de la haute-technologie fût tel, qu'il est possible de l'appliquer au logement sans créer d'inconfort thermique trop grand. La façade disparaît par une prouesse technique et met alors au devant de la scène, la vie domestique des habitants au travers de grands voilages. L'apprentissage de l'effort du modernisme et de la paroi des modernes peut servir donc à la production contemporaine. La façade sert dans ce sens uniquement d'enceinte thermique. La séparation de la fonction porteuse de la fonction enveloppante permet beaucoup plus de liberté dans la conception, que ce soit dans l'expression visuelle d'éléments structurels ou l'application d'un design plus abstrait ou encore qu'il s'agisse de montrer la vraie nature du matériau ou de le mystifier.¹



Photographie de © Walter Mair

Cette photogtaphie révèle les différentes matérialités, des éléments porteurs et non porteurs. Les vitrages sont de grande dimensions. La division des vitrages n'est perceptible que verticalement.

¹ Herrmann, Hartwin, Krammer, *Enclose - Build*, p.14, 2015.

« *glass facades either mirror the surrounding - be they urban or rural - or allow a view into the building, depending on the anlge of vision, reflection and time of day. It is possible to emphasise transparency and views into the building in order to let the building meld into the townscape or a country landscape.* » E. Herrman

Photographie de © Hisao Suzuki

Cette photographie montre les grands rideaux qui apportent la privacité au logement.



Synthèse

L'histoire de la paroi, comme interface intérieure-extérieure non porteuse où autonome, s'est développée avec une idéologie qui se voulait libératrice, en connexion avec la nature. La technique permettant d'y arriver n'était pas perçue comme un point négatif, dû au contexte de l'époque. Le progrès était, déjà, de créer des environnements plus sains et hygiéniques, les considérations environnementales sont apparus plutôt dans la deuxième partie du 20ème siècle. Le développement de cette conscience durable va scinder en deux l'approche actuelle que nous avons de l'architecture. D'une part, le durable via le « high-tech » et d'autre part, les héritiers des opposants à l'architecture moderne prônant un retour vers plus de simplicité et moins de technique pour mettre en oeuvre la durabilité. Cependant, l'engouement pour créer un environnement contrôlé a mis en avant le fait que ce questionnement est essentiel dans la production de logements

contemporains. Les techniques du bâtiment ont pris tellement d'importance qu'il n'est plus possible de les ignorer dans nos constructions. En ce sens, Reyner Banham proposait de refonder l'architecture, afin que le processus de conception architecturale soit, en premier lieu, induit et généré par la gestion des flux de notre environnement. Ce sont les volumes nécessaires et les techniques qui doivent nous permettre de concevoir des espaces et non l'inverse, les techniques ne doivent pas s'ajouter à posteriori comme une contrainte à la conception. La réaction des post-modernes sur ce point se fera alors de deux façons : montrer et exposer au grand jour les techniques ou la dissimuler. De cette première approche la technique devient alors l'expression de la nouvelle façade de l'architecture, comme dans le cas du Centre Pompidou avec l'architecture monumentale du High Tech.

Dans la seconde tendance, on peut percevoir que l'apparence produite par le modernisme, le style, reste présent et ce jusque dans la production contemporaine. Cependant cette fois-ci, contrairement aux expériences modernistes, la maîtrise des techniques révèle les techniques à des moments clés et le potentiel d'expression, de ces dernières, est pris en considération, comme dans le cas du bâtiment d'Ipswich.

L'appel de Reyner Banham à concevoir l'architecture d'une manière différente, non pas à travers le fonctionnalisme, mais en fonction des conditions environnementales nécessaires à la vie, trouve finalement un écho dans l'architecture frugale. Si, pour Reyner Banham, la solution à cette question était la technologie, l'architecture frugale cherche des moyens de réduire l'impact environnemental du bâtiment. L'architecture frugale cherche des réponses dans la simplicité de la mise en œuvre technologique. Une conception en soi à travers une réflexion et des considérations sur la gestion environnementale des intérieurs, par le biais d'un design bioclimatique, biosourcé et vernaculaire.

Plaider pour la crainte d'exister

« Au principe Espérance, nous opposons le principe Responsabilité et non le principe Crainte. Mais sans doute la crainte fait-elle partie de la responsabilité tout autant que l'espérance, et puisqu'elle a le visage moins attrayant, et que dans des milieux bien-pensants elle jouit d'une certaine mauvaise réputation morale et psychologique, nous devons nous en faire les avocats, car elle est aujourd'hui plus nécessaire qu'à un certain nombre d'autres époques, où, faisant confiance à la bonne marche des affaires humaines, on pouvait la mépriser comme une faiblesse des pusillanimes et des craintifs. »

Hans Jonas, *Le Principe Responsabilité*, 1979

L'opposition aux mouvements modernistes

Les expériences allant à l'encontre de l'International Style, nous permettent de mettre en valeur les questions théoriques sous-jacentes aux différents positionnements architecturaux sur l'enveloppe d'un bâtiment. Composer une façade met en forme une image d'un volume face au contexte dans lequel il se situe. Cette image construite peut s'affirmer comme étant la représentation d'un courant architectural. Elle peut révéler son rattachement à des traditions moderniste, technologiques ou low-tech par exemple. Depuis l'intérieur du bâtiment, la façade définira la relation que l'utilisateur entretiendra avec son contexte. Dans ce rapport, la façade peut s'oublier et disparaître ou bien devenir lieu d'action, lieu habité. Finalement, l'enveloppe qui vient clore notre espace, va éminemment influencer et définir le type de gestion d'environnemental recherchée. Cette définition peut-être consciente ou non.

Ainsi, la valeur éthique portée par l'architecture du mouvement solaire des années 60 en Amérique, a révélé un débat sur le contrôle des espaces habités. Ce débat émergea par la suite plus fortement dans les années 70. La question de valeur ici présentée est liée à une gestion de l'enveloppe comme étant non plus contrôlable par la technique mais par l'architecture au sens traditionnel du terme. Cela présuppose de ne pas s'appuyer sur la finesse d'un seul et unique pan de verre, car l'idée est de se détacher des techniques de ventilation et chauffage mécanique, ceci étant impossible dans une enveloppe uniquement composée de verre. Quand il devient alors impossible d'éviter l'enveloppe matérielle, à l'heure où l'interface devient épaisse, une multitude de d'options sont possibles pour la façonner. L'interface intérieur-extérieur devient épaisse et va permettre d'être habitée. Cette espace peut-être nommé et étudié comme espace intermédiaire. L'historique des espaces intermédiaires a une relation aux potentiels d'usages bien plus forts que son homologue, par le fait même qu'il peut être habité de mille façons.

L'espace-paroi, Louis Isidore Kahn

Comme démontré dans les sous-chapitres précédents, le développement d'une théorie architecturale et plus précisément, d'une théorie du projet dans le cas présent permet d'obtenir une méthode pour former les espaces. C'est au travers de la théorie projectuelle de Kahn que nous abordons la conception, en architecture, d'une enveloppe qui s'est spatialisée.

Le concept d'espace-paroi est introduit par L.I. Kahn et formulé ainsi par Patrick Mestelan dans son ouvrage *l'ordre et la règle* (2005).¹ Ce principe fait partie de l'ensemble d'une théorie qui met en crise la conception de la paroi fine et invisible des modernistes. Originaire du concept des espaces servants et servis de Kahn,² l'espace paroi quant à lui, recherche des rapports complexes dans l'épaisseur de transition entre intérieur et extérieur, avec une préoccupation préférentielle pour l'énergie passive tout en considérant les connaissances techniques relatives à la technique du bâtiment. L'espace de paroi, contrairement à la paroi des modernes, n'est pas autonome. Son principe composite provient d'un « entre-deux » : un « entre-deux structure » comme un « entre-deux espace ». Cet « entre-deux » lui confère une spatialité.¹ Cette spatialité spécifique a également été étudiée dans la théorie architecturale sous le nom : d'espace intermédiaire.³ Nous précisons ce point plus spécifiquement dans la suite de ce chapitre. Dans cette conception d'intermédiaire, la volonté de créer ce type d'espace, module l'ouverture et le passage. Cette zone de seuil devient dépendante de la trame structurelle et la remet en valeur. Elle affirme, par la même occasion, la hiérarchie entre l'espace et la logique structurelle.¹

Considérer l'interface intérieur-extérieur comme un espace, permet d'y attribuer une série d'usage allant nuancer les potentialités d'habitat. C'est également l'occasion d'obtenir une plus grande richesse dans les apports de lumière possible, les cadrages des vues. Il est possible de faire varier les sentiments et le degré d'intimité entre la sphère intime d'une cellule d'habitation et son environnement extérieur. Plus précisément, les degrés de privacité sont liés à un rapport d'échelle. Le rapport d'échelle induit un contrôle du jeu de vues entre l'espace intime, l'ha-

1 Mestelan, *L'ordre et la règle*, 2005.

2 Lucan, *Nouvelle histoire de la construction*, p. 517, 2008.

3 Moley, *Les abords du chez-soi : en quête d'espaces intermédiaires*, 2006.

4 © Lucan, *Nouvelle histoire de la construction*, p. 517, 2008.

Consulat des Etats-Unis à Luanda, L.I. Kahn 1959-1962, détail de l'ouverture.⁴

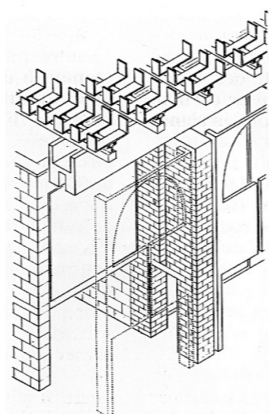
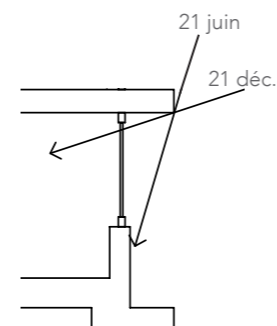


Schéma de l'angle d'incidence des rayons du soleil aux solstices à midi.²



bitat et son contexte.¹ Par sa profondeur, l'espace peut se préserver des regards extérieurs, tout en permettant une connexion visuelle directe et cadrée sur le paysage. Ce type de dessin d'espace est investi d'une réflexion à la fois à l'échelle territoriale et à l'échelle humaine propre à la pièce habitée. Une autre différence, rappelée par Patrick Mestelan, entre « l'espace paroi » et la paroi issue des modernes est que cette première n'a pas une structure uniquement ponctuelle mais peut être articulée par de la maçonnerie : au travers d'une épaisseur structurelle.

« Chez Kahn, l'espace de paroi est une mémoire de l'épaisseur du mur protecteur revisitée par les exigences de la contemporanéité. » P. Mestelan

L'ajout apporté à la conception d'une enveloppe, vue non plus seulement comme une fine couche mais un espace d'entre-deux permet, comme dit précédemment, de venir nuancer les qualités d'ensevelissement. En considérant une enveloppe comme épaisse et complexe, il est possible de nuancer l'exposition de lumière directe. Les études sur la course solaire ont permis de définir à partir de quelle profondeur il est possible d'avoir des gains solaires passifs en hiver et de se prévenir de ces mêmes gains en été. Possibilité auxquelles certains modernes avaient renoncé :

« au nom de la fenêtre en longueur, l'archétype de l'ouverture de l'architecture internationale. Le dessin du symbole l'a emporté sur la compréhension de la lumière et sur son traitement spécifique au lieu. Parfois, l'absence totale de protection solaire extérieur s'est vue compenser par de grands rideaux intérieurs... » P. Mestelan

1 Mestelan, *L'ordre et la règle*, p.223-224, 2005.

2 Schéma reproduit du cours de Physique du bâtiment III-IV, Jean-Louis Scartezini, 2018.

Rapport à la ville, potentiel d'expression

L'histoire de la façade, en tant qu'espace, relie la problématique de l'architecture qui ne cherche plus à s'affirmer en tant que vectrice de modernité mais est liée à un débat sur le rapport de l'habitat à la ville, la définition d'une épaisseur permettant l'appropriation et l'usage.¹ Le discours architectural s'opposant aux héritiers modernistes a donc permis de nouveaux enjeux pour l'architecture :

« *La dimension sociale et culturelle de l'architecture est donc essentiellement réduite dans un premier temps, avec l'académisme, à la projection des valeurs morales et des valeurs esthétiques les plus fossilisées de la société bourgeoise, dans un second temps avec le Mouvement Moderne, à des considérations purement physiologiques et comptables. Le grand tournant des années 70 est précisément d'avoir redonné à la ville et à l'habitat une dimension culturelle et anthropologique* » D. Pinson

Ce regain d'intérêt, selon D.Pinson, pour l'usage social s'appliquera sur l'architecture au travers de relations qu'entretiennent les dispositifs spatiaux, entre espaces publics et espaces privés. Selon Christian Moley, la terminologie liée au traitement de ces espaces s'est également formulée et multipliée après les années 70. Les termes d' «espaces intermédiaires», «espaces de transition», «espaces semi-collectifs», espaces «semi-publics», ou encore «prolongement du logement» seront employés par les architectes et sociologues. Ils sont associés aux espaces privatifs en extension au logement, comme par exemple les terrasses.³ Avec l'introduction de ces dispositifs, l'habitation n'est plus limitée à l'utilisation fonctionnelle de l'intérieur d'une «cellule» mais à un sens plus large : il faut considérer l'habitation en dehors de cette enceinte.

« *La relation entre sphères privées et sphères publiques de l'habitat se fait par des espaces qui se mettent en forme (sas, filtre, seuil) avec le propos d'instrumenter cette relation, en la facilitant et/ou en la contrôlant.* » C. Moley

1 Mestelan, *L'ordre et la règle*, 2005.

2 Pinson, *Usage et architecture*, p.179, 1993.

3 Moley, *Les abords du chez-soi : en quête d'espaces intermédiaires*, 2006.

A l'heure actuelle, on peut dire que le discours de certains concepteurs de logements collectifs s'inscrit dans la continuité des idées alternative aux modernistes. Nous pourrions voir dans les études de cas que certains s'attachent à observer et à tirer des valeurs et des principes des modes de vie des habitants et de l'expression de leur appropriation. Il est possible de considérer au moment de la conception comment il sera possible de permettre l'appropriation et comment cette dernière sera révélée ou mise en scène par l'architecture. Ces façades mises en scène et habitées s'approprient les enjeux sociétaux actuels. L'évolution de nos modes de vie se reflète dans la pratique et la production architecturale. La façade est utilisée pour véhiculer des valeurs à travers la création d'espaces composés de matériaux plus adaptés ou innovants, par exemple. Les espaces intermédiaires sont également utilisés pour développer certains discours architecturaux, permettant de «vendre» le projet. Ces espaces apportent également des qualités d'usage supplémentaires pour les habitants. Ils sont complémentaires et innovants par rapport aux qualités de l'unité d'habitation.^{1,2}

« *En face de la cage d'escalier se déploie une grande chambre, qui pourrait servir de studio ou de chambre d'hôte. A moins qu'elle ne soit intégrée au grand appartement voisin, grâce à une petite porte dissimulée derrière l'armoire. Ou qu'elle ne soit interprétée comme un espace collectif, une couture qui liera dans un avenir probable les deux appartements de l'étage. Un jour – qui sait ? – deux générations d'une même famille se partageront l'étage. Le grand balcon continu qui relie les deux séjours prendra alors tout son sens.* » D'après un extrait de *Bâtisseurs Suisses* – Camille Vallet³

Projet de Logement Bouchardon, Tribu architecture
Photographie © Michel Bonvin

L'extrait ci-droite a été choisi pour décrire les logements du Bouchardon. Ce choix exprime parfaitement la vision dans laquelle l'appropriation des façades est actuellement un véritable enjeu pour la créativité de la production architecturale.



1 Pinson, *Usage et architecture*, p.179, 1993.

2 Lazime, *Les espaces intermédiaires dans le logement collectif*, 2015.

3 « Bouchardon – Projets – TRIBU Architecture ». Consulté le 1 janvier 2022.

L'architecture bioclimatique

Le retour du vernaculaire

Dans la vision précédemment présentée, les façades épaisses ou « espace-paroi », permettent, par exemple, d'accueillir des protections solaires. Volets ou jalousies sont des artefacts alors utilisés par l'architecture d'aujourd'hui et perpétuent une vision romantique et traditionnelle du volet qui se rabat dans l'embrasure épaisse de la fenêtre.^{1,2} La sophistication dans l'architecture que nous allons aborder à présent, n'est pas nécessairement le produit de machines hautement perfectionnées. La recherche autour de l'interface intérieur-extérieur comme outil sensible entre les expériences humaines et les qualités de confort est plutôt une affaire d'utilisation astucieuse et intelligente des équipements et des ressources disponibles.

L'attrait des années 60 pour le vernaculaire, a démontré qu'en tout temps, nous avons su améliorer nos conditions de confort par diverses manipulations de nos enveloppes. Le dôme de neige qu'est l'igloo des Eskimos demeure un modèle d'ingéniosité environnementale et de sophistication géométrique.³ De telles vertus ont été redécouvertes par des esprits tournés vers la haute technologie comme Richard Buckminster Fuller⁵, puis léguées à Steve Baer et au Mouvement pour l'Énergie Solaire.⁴

« [Les structures gonflables, lumineuses etc...] ont la réputation d'être gourmandes en énergie : elles ne sont utilisables et visibles que lorsqu'on met l'électricité en marche, ce qui perturbe considérablement les gens élevés dans l'ancienne tradition du gros œuvre et donc habitués au Mode Conservatif où la consommation d'énergie est considérée comme une aberration gênante. Cette gêne fut confortée, dans les années 60 et

Buckminster Fuller, l'une des figures les plus emblématiques de liens entre architecture et environnementalisme au XXe siècle. Il a développé une réflexion inventive sur l'économie des ressources, des matériaux et de l'énergie. Il milita pour la transition des combustibles fossiles vers les énergies renouvelables, solaire et éolienne. Ce dernier a proposé une approche systémique de l'architecture et de l'environnement. Fuller a eu une influence majeure sur l'essor du mouvement alternatif et écologiste qui a déferlé sur les projets d'architectures des 1960.⁵

1 Joud, *À l'intérieur*, 2016.

2 Mestelan, *L'ordre et la règle*, 2005.

3 Heschong, *Architecture et volupté thermique*, 2021.

4 Banham, *The Architecture of the Well-Tempered Environment*, p.276, 1973.

5 Marot, *Marnes, documents d'architecture*, 2011.

70, par l'aggravation de la pollution, l'augmentation du coût de l'énergie et la diminution des ressources naturelles en combustible fossile. Secrètement pétries de conservatisme, des associations de professionnels architectes se mirent un peu partout dans le monde à chercher les moyens de sortir d'une situation technologique qu'elles n'avaient pas réussi à maîtriser et qu'elles voyaient à présent comme transitoire. » R. Banham

De nombreuses notions anciennes et de formules traditionnelles furent alors remises au goût du jour, au travers d'expériences parfois difficiles. L'ambition des modernistes du Style International avait été, bien entendu, de délivrer l'humanité, dans toutes les régions du monde, des insuffisances de l'architecture vernaculaire. L'homme devait à la place bénéficier des avancées de la science appliquée, comme lorsque Le Corbusier proposa de rendre la température idéale de 18 °C disponible en tous points du globe, des pôles aux tropiques, « de Moscou à Dakar »¹. Parmi les courants opposés à l'International Style, certains mouvements prirent un contre-pied cherchant l'attitude diamétralement opposée, en soutenant que les connaissances en matière d'environnement étaient déjà trouvées dans l'architecture vernaculaire. La tendance au « low-tech » a alors émergé aux États-Unis. Les origines exactes de ce mouvement sont difficiles à définir car peu d'écrits relatent cet historique et les grandes figures architecturales de l'époque n'ont pas suivi ces mouvements. A la suite de l'International Style, de nombreux mouvements ont suivi en architecture : le brutalisme, le post-modernisme ou encore le constructivisme. Cependant, nous aborderons ici le mouvement de l'architecture solaire des années 60 aux États-Unis, penchant fortement pour le vernaculaire qui s'oriente vers une conception extrême du low-tech et donc d'un refus total de toutes technologies.¹

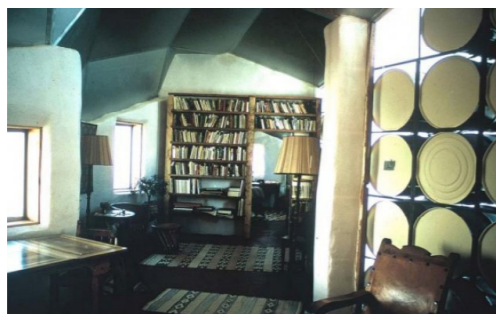
« tout un système de valeurs fondamentalement différentes des habitudes d'exploitation et de consommation qui soulignent [sic] l'architecture au moins depuis la Révolution Industrielle »²

1 Banham, *The Architecture of the Well-Tempered Environment*, p.276, 1973.

2 Jeffery, *Solar Architecture* citée par Banham dans *l'architecture d'un environnement bien tempéré*, p.283, 1973.

L'architecture solaire avant la crise

Le bâtiment emblématique de cette période est la Maison Baer. Constituée d'un groupe de onze dômes géométriques, la maison accumule l'énergie solaire par le biais de grandes surfaces vitrées donnant plein sud. L'énergie accumulée est emmagasinée sous forme de chaleur dans des barils remplis d'eau empilés derrière les vitres. De grands volets sont placés, le soir, devant les vitrages afin de préserver la chaleur accumulée en journée. La chaleur est également stockée dans une dalle de plancher massive et dans les murs périphériques. Dans le cas de la maison Baer, les volets, de la grandeur de pan de mur entier, étaient refermés par un système de cordes et de poulies entièrement mécanique.¹



Photographies de la Maison Baer, Bear Zome Cluster, à Corrales aux nouveaux mexique, 1971, ©S. Baer.

Cette photographie montre une vue intérieure de la façade solaire, composée de baril d'eau.

Ce premier courant fait partie d'un engouement général pour l'autoconstruction de la « contre-culture ». Il est décrit par Willemin comme radical et politique. Ces prises de conscience, dans les années 1960, sont conséquentes aux développements économiques sur l'environnement naturel et social. L'objectif général est une rupture avec les réseaux par la recherche d'une indépendance à tous les niveaux. L'autonomie énergétique est vue comme une manière de s'éloigner de la société consumériste et de matérialiser ainsi certains idéaux politiques dans la vie quotidienne. C'est les débuts d'une « anarchitecture », d'une vie suburbaine qui se détache des grandes urbanités² :

« C'est le temps de la recherche d'autres modes de vie dans d'autres cadres de vie, le temps de l'anarchitecture. Loin des villes aliénantes, de nombreux jeunes s'essayaient au retour à la terre, s'affrontent aux dé-



Photographies des grands volets de la Maison Baer, ©S. Baer.

licats problèmes de l'autoconstruction en suivant l'exemple des « charpentiers américains ». On redécouvre les matériaux traditionnels, [...] On redécouvre l'architecture vernaculaire, les constructions en terre, en paille. [...] Autonomie, c'est le grand mot. Autonomie par rapport au pouvoir politique mais aussi, et c'est nouveau, recherche d'une autonomie énergétique par la découverte des énergies renouvelables, tirées du soleil et du vent ou de l'eau. »²

Steve Baer, est l'un des principaux acteurs du mouvement d'énergie solaire qui prend forme parmi l'engouement général d'anarchitecture. Il se fera expert dans la physique thermique des constructions. La maison Baer aura une renommée mondiale, S. Baer va multiplier les inventions dans le domaine du solaire.² La particularité de ce dernier est, notamment, son attachement au solaire passif, respectif, à ses engagements pour le low-tech, à contrario des différents manuels d'autoconstruction de l'époque qui indiquaient l'utilisation de systèmes solaires actifs (panneaux solaires thermiques et photovoltaïques).²

L'année 1972 marque un tournant décisif dans l'évolution de la réflexion environnementale. Non seulement car c'est l'année où se tient la conférence de Stockholm³, mais aussi, et surtout, parce que c'est l'année durant laquelle est publié le rapport Meadows, commandité par le Club de Rome. Ce groupe de réflexion, fondé en 1968, rassemble des économistes, des scientifiques, des fonctionnaires ainsi que des industriels. L'approche low-tech en lien avec la finitude des ressources est abordée dans ces années-là par le Club de Rome. Ce premier rapport publié était nommé *The Limits to Growth* ou *Halte à la croissance* en 1972. Au vu de l'augmentation exponentielle de l'activité industrielle mondiale, le rapport du Club de Rome prévoit une perte définitive des ressources non renouvelables si cette croissance n'est pas modifiée. Ironiquement, les personnes déléguées⁵ de ce rapport furent soudain rattrapés par la crise du pétrole de 1973 qui donnera une sorte de confirmation à ce mouvement. Même si cette crise était essentiellement technopolitique et n'avait pas de lien avec l'épuisement des ressources.⁴ Aujourd'hui, la projection et l'analyse de ces situations nous per-

Première conférence internationale sur l'environnement, cette dernière est vue comme un symbole de prise de conscience.³

Dont le plus célèbre est William Nordhaus, cornuopien, qui rédigeat « *Back-stop technology* » (1975) en réaction au rapport du Club de Rome. Il précise que l'équipe Meadows a négligé le progrès technologique.⁵

1 Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, 2011.

2 Willemin, *Habiter demain, de l'utopie à la réalité*, p. 21, 2010.

3 Bihouix, conférence « *Face à la contrainte sur les ressources, croissance verte ou low-tech, frugalité heureuse et créative* », 15 décembre 2020.

4 Marot, *Art et Histoire de l'environnement*, 2020.

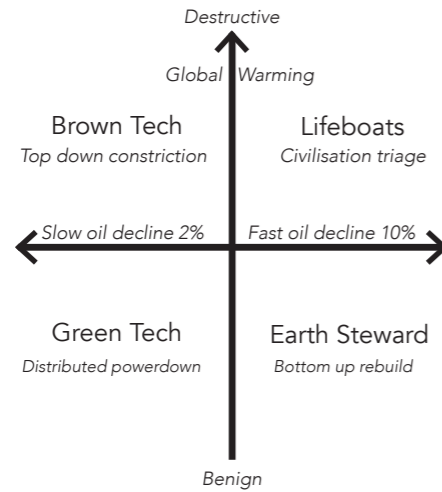


Diagramme tiré des 4 scénarios présentés par D. Holmgren.

Les 4 scénarios de Holmgren sont basés sur deux axes, l'axe vertical représente la dégradation des conditions de vie sur notre planète : le changement climatique, l'effondrement de la biodiversité. L'axe horizontal représente la disponibilité des combustibles fossiles, des métaux et des terres rares. Ces deux axes produisent quatre situations qui découlent de la rapidité ou non des phénomènes mentionnés ci-dessus.

1 - Le scénario Brown-Tech (changement climatique rapide, encore beaucoup de ressources) représente une situation où l'on peut compter sur la haute technologie et la puissance des ressources pour lutter contre le changement climatique, par exemple la construction rapide de digues pour lutter contre la montée des eaux.

2 - Le scénario Green-Tech (changement climatique lent, ressources encore abondantes) représente la situation où les terres rares et les ressources fossiles sont utilisées pour créer et mettre en œuvre des systèmes qui utilisent des énergies renouvelables, comme les éoliennes. Ce scénario correspond à l'approche actuelle de l'Europe, le terme qui exprime cette situation est : transition, transition du parc bâti, transition en transition, etc...

3 - Le scénario Earth Steward (changement climatique lent, plus de ressources) est une situation qui serait l'inverse de la révolution industrielle. Au lieu d'avoir une profusion rapide de nouvelles ressources et énergies qui conduit à la centralisation des populations dans les villes. La disparition de ces ressources entraînerait un exode urbain, les gens se rapprochant de plus en plus de l'énergie là où elle se trouve, soit sur le territoire. La permaculture est un exemple de ce type de scénario ou les systèmes d'autoproduction par exemple.

4 - Le scénario Life Boat (changement climatique rapide, plus de ressources). Le titre de ce scénario est révélateur. Pour Holmgren, cette situation conduirait à une sorte de retour à l'âge médiéval.

À l'heure actuelle, ces scénarios se produisent tous en même temps. En effet, la disponibilité des ressources ou l'exposition aux effets du changement climatique ne sont pas les mêmes dans les différentes parties du monde.

1 Illustration reprise de Holmgren, *Future Scenarios*, 2009.

2 Marot, *Art et Histoire de l'environnement*, 2020.

mettent de modifier notre approche de la conception. C'est devenu urgent et essentiel. Holmgren élabore des scénarios qui expliquent les tendances géopolitiques auxquelles nous sommes actuellement confrontés. (Fig.1)

L'architecture solaire après la crise

Au cours des années 1970, le terme d'architecture solaire passive est devenu populaire et a été utilisé pour décrire des bâtiments dont la qualité thermique reposait principalement sur les apports solaires à travers les parois vitrées en recherchant une bonne orientation et un rapport optimal entre le volume du bâtiment et la surface en contact avec l'extérieur.¹ Les années 1970 ont été caractérisées par une situation de crise et un fort besoin de réduire la consommation d'énergie.² Au cours des années 1980, les architectes soucieux de l'écologie ont continué à développer des bâtiments basés sur l'intégration de systèmes passifs. Certains ont pris ces aspects en main et se sont tournés vers l'architecture vernaculaire pour combiner les nouvelles technologies avec les sensibilités culturelles locales.³ C'est à cette époque que les bâtiments conçus selon une approche bioclimatique ont réellement commencé à apparaître en Europe. Parmi certains des projets précurseurs, citons le bâtiment éducatif réalisé en 1987 par les architectes Jourda et Perraudin pour l'Ecole d'architecture de Lyon.³

Le mouvement d'architecture frugale naît peu après l'architecture solaire des 60, cependant la distinction entre les deux courants n'est pas réellement formulée à l'époque.

Photographie, © Perraudin-architecture, école d'architecture de Lyon, Vaulx-en-Velin, 1987

Cette réalisation illustre l'intermédiaire l'utilisation de ressources durables combinée avec des systèmes de ventilation mécaniques.



1 Watson, Kenneth, Roger, *L'habitat bioclimatique*, 1983.

2 Marot, *Art et Histoire de l'environnement*, 2020.

3 Bornel, Madec, *Conférence : Bio-inspirée & bioclimatique, la métamorphose*, 2018.

L'architecture bioclimatique, de nouvelle considération pour le confort

« *In contemporary architectural thinking there are many approaches to man's physiological, as well as aesthetic, well-being. To treat climate as a primary factor is justifiable only if the thermal environment proves to be one of the influential factors on the architectural expression.* »¹
V. Oglyay

L'architecture bioclimatique, dès ses débuts, marque de forts liens avec les notions de confort d'occupations. En 1963, Victor Oglyay, une des figures précurseurs de mouvement écrit sur la question : *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Les progrès scientifiques commencent à pouvoir permettre l'élaboration de « budget énergétique » fiable. Par le passé, les attentes en terme de confort à l'intérieur des habitats, n'étaient pas très grandes. On vivait dans une conception et dans un savoir acquis par la force du temps. Avec l'avènement des développements technologiques et des contrôles climatiques, vinrent toute une série de problèmes et de nouvelles perspectives. Il a fallu redécouvrir et recréer un bagage de connaissance face à ces nouvelles conditions.² L'architecture bioclimatique est l'héritière de cette investigation rationnelle et de pensées créatives sur la gestion de notre environnement. Les bilans énergétiques, les bilans thermiques et la physique du bâtiment dépendent tous d'un volume croissant d'informations, d'expériences et de calculs mathématiques complexes. Le développement du XXe siècle a rendu nécessaire le passage à l'informatique, car il n'était plus possible d'acquérir des connaissances par la seule expérience du savoir-faire acquis sur les chantiers.²

« *Afin de reconnaître qu'il n'existe pas de normes absolues en matière d'environnement pour l'espèce humaine, il a fallu que les sciences de l'environnement élaborent des méthodes permettant d'évaluer la performance et les besoins qui dépendent de tentative pour quantifier les réactions subjectives sans compromettre leur validité pour l'homme.* »²

1 Oglyay, *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, 1963.

2 Banham, Baboulet, *L'architecture de l'environnement bien tempéré*, p.298, 2011.

Ce chapitre a été ajouté par l'auteur dans une deuxième édition de son livre en 1973, ce qui permet de constater que la pensée de l'auteur a changé et évolué avec le temps.

Des études ont montré et confirmé que les seuils de tolérance au confort sont plus élevés lorsque nous sommes dans un environnement dynamique et non statique. Le fait de pouvoir contrôler la position de nos stores, de contrôler notre renouvellement d'air dans une pièce en pouvant ouvrir ou fermer les fenêtres, rend les occupants plus tolérants à des circonstances où un taux de renouvellement d'air ne serait pas suffisant, par exemple.^{3,4,5}

« *The authors of the studies highlighted the importance of providing users with controls over indoor conditions to improve thermal comfort. It is important to note that there are differences in thermal acceptability for users of naturally ventilated buildings compared to users of buildings with air-conditioning. In the former, users are more tolerant of indoor thermal conditions.* »³

L'utilisation de systèmes passifs et de faibles technicités tire parti des ressources naturelles disponibles localement et replace l'utilisateur au centre de l'occupation des lieux. Il est primordial de donner à ce dernier, le degré d'information nécessaire sur son environnement construit pour qu'il contribue à son bon fonctionnement.⁶ La définition même du terme bioclimatique renvoie à ces notions : « bio- » renvoie au vivant; à la vie et « climatique » renvoie aux conditions climatiques d'un lieu. Ainsi, ce type d'architecture cherche la meilleure adéquation possible entre l'environnement bâti et la vie des occupants, leurs comportements.

C'est avec l'environnement que ces concepteurs travaillent :

« *The desirable procedure would be to work with, not against, the forces of nature and to make use of their potentialities to create better living conditions* »

Finalement, Oglyay souligne l'importance de dépasser les connaissances architecturales traditionnelles et de s'intéresser à plusieurs disciplines scientifiques afin de maîtriser pleinement ce type de construction.

3 Rupp et al., *A Review of Human Thermal Comfort in the Built Environment*, 2015.

4 Diaz Lozano Patiño et al., *Thermal Comfort in Multi-Unit Social Housing Buildings*, 2018

5 Frontczak, et al., *Literature Survey on How Different Factors Influence Human Comfort in Indoor Environments*, 2011.

6 Oglyay, *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, 1963.

Un manifeste pour une frugalité heureuse

En 2018, Philippe Madec et Alain Bornarel, publient un manifeste pour une frugalité heureuse et constructive. Dans cet ouvrage, les auteurs font un appel à l'action face à l'urgence climatique et au constat de la non-action politique.

« Grâce à la ventilation naturelle, au rafraîchissement passif, à la récupération des apports de chaleur gratuits et à l'inertie thermique, la conception bioclimatique permet de réduire au strict minimum les consommations d'énergie, tout en assurant un confort accru. Nous savons le faire et cela ne coûte pas plus cher. Pourquoi ne pas généraliser ces pratiques ? » P. Madec

Cette approche ne prend pas en compte uniquement les principes bioclimatiques mais également l'ensemble des notions et préceptes nécessaires afin de construire des bâtiments de manière durable. Cela nécessite de prendre en compte également le cycle de vie des matériaux, de la production à la démolition et la récupération possible de matériaux utilisés. Il convient également de prêter attention à l'origine des matériaux, qui doivent être locaux et biosourcés. P. Madec rappelle que l'utilisation de ces matériaux, comme la terre crue, était déjà en usage bien avant le XXI^e siècle. La remise au goût du jour de ce type de matériau est une juste réintroduction d'un savoir désormais patrimonial.²

La frugalité reprend également l'approche low-tech. Cependant, l'idée n'est pas d'être extrême dans son application mais de la privilégier et de la prioriser.

« Le recours en priorité à des techniques pertinentes, adaptées, non polluantes ni gaspilleuses, comme des appareils faciles à réparer, à recycler et à réemployer. »¹ P. Madec

¹ Bornarel, Gauzin-Müller, Madec. *Manifeste pour une frugalité heureuse*, 2018.

² Madec, *L'écurie*, 2019.

Construire une architecture selon les préceptes de la frugalité implique finalement de replacer l'habitant au centre de l'action et du contrôle de son habitat et non la technique. Ainsi, selon P. Madec et A. Bornarel, les publications récentes et les actions menées aujourd'hui, convergent vers une production architecturale éclairée afin de permettre une transition écologique pour nos habitats, nos modes de vie et plus largement: pour un climat heureux et à l'écoute des autres y compris les autres espèces qui peuplent le système terre.^{1,2}

« La transition écologique et la lutte contre les changements climatiques concourent à un usage prudent des ressources épuisables et à la préservation des diversités biologiques et culturelles pour une planète meilleure à vivre. Le maintien des solutions architecturales urbanistiques et techniques d'hier, ainsi que des modes actuels d'habiter, de travailler, de s'alimenter et de se déplacer, est incompatible avec la tâche qui incombe à nos générations : contenir puis éradiquer les dérèglements globaux. Le bâtiment frugal et le territoire frugal – urbain comme rural – sont [...] (mis en oeuvre) pour accompagner l'instauration d'une société heureuse et écoresponsable. »¹

Synthèse

Les modes d'habitation évoluent et les mouvements telles que la frugalité constructive prennent en compte ces ajustements. Dans ce paradigme, les logements ont peu de leviers, la disposition des pièces du logement est limitée, par exemple. Elle est très souvent la même : la cuisine est adjacente au salon, on ne passe pas par la salle de bain pour accéder à la chambre, etc. L'espace qui semble pouvoir varier et se réinventer dans chaque projet serait peut-être le dispositif attaché à la surface du logement (extérieur ou intérieur) qui traite de la transition entre espace privé et espace public ou commun. Etant donné que par le passé la façade des bâtiments a porté des messages, peut-être serait-il possible d'appliquer ce raisonnement à la production contemporaine. « L'espace-paroi », comme nous l'avons vu, permet de réintroduire une dimension spatiale à la façade. Différentes typologies sont possibles lorsqu'il s'agit d'épaissir le seuil qui fait la transition entre les espaces extérieurs et intérieurs. La relation avec la structure peut alors être révélée par les détails constructifs. Les ouvertures de la façade sont liées aux systèmes porteurs. Ces épaisseurs permettent également de faire varier l'apport solaire passif du bâtiment. Avec l'introduction de ces dispositifs, l'habitation n'est plus limitée à l'utilisation fonctionnelle de l'intérieur d'une « cellule » mais à un sens plus large : il faut considérer l'habitation en dehors de cette enceinte, l'interface peut alors être habitée.

Ces espaces riches de potentiel d'usage rentrent aujourd'hui en synergie avec le développement des considérations écologiques appliquées aux modes de vie. Comme nous l'avons vu, les premiers mouvements abordent la question et proposent des solutions aux antipodes de la technologie. Une forte période de prise de conscience et de crise se produit dans les années 1970. Par la suite, les propositions se nuancent et l'architecture bioclimatique se développe. Dès le départ, elle a été conçue sur la base absolue¹: qu'elle devait être conçue pour le confort des utilisateurs. Concevoir avec le climat pour les usagers. « La façade habitée » se retrouve à la croisée de ces chemins. Elle permet aux récents développements sociologiques et humanistes de l'architecture d'introduire une richesse et une mixité dans les espaces intermédiaires, tout en étant un point fondamental pour moduler et gérer les concepts bioclimatiques du bâtiment.

¹ Olgyay, *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, 1963

CHAPITRE 3

DE L'IDÉOLOGIE AUX PROJET ENJEUX ET POTENTIALITÉS DES INTERFACES



Ce dessin est réalisé par le bureau bonnet architecte à Genève. Grâce à ce type de représentation, on peut comprendre quelles sont les lignes principales qui vont composer le dessin d'une façade.

Les lignes horizontales dominent la composition par leur épaisseur. Ces mêmes lignes horizontales se prolongent pour contenir non seulement le volume bâti mais aussi l'environnement paysager. Ce prolongement est une invitation depuis le niveau inférieur à venir habiter avant de pénétrer dans le bâtiment.

©atelier bonnet architectes
epfl,fas

Enjeux et potentialités des interfaces

Introduction

Ainsi, comme nous l'avons vu au travers des chapitres précédents, la conception d'une façade est un processus qui mêle posture architecturale et impact sur l'environnement intérieur. C'est au travers de l'architecture que nous rentrerons dans l'analyse des études de cas, pour ensuite orienter la discussion sur le thème du potentiel d'usage de ces mêmes lieux et finalement parler du potentiel bioclimatique. L'expression architecturale nous permettra de rendre une analyse sensible des différentes spatialités engendrées. C'est au travers des supports graphique, en général plans et photographies, que sera rendu compte l'expression architecturale de ces lieux. Les analyses de cas resteront essentiellement cantonnées à l'échelle de l'habitation. Les enjeux d'expression architecturale qui seront traités seront les suivants : contexte culturel, cadre bâti et paysager, forme architecturale, typologie de l'interface, protection, matérialité, héritage et posture architecturale. Par la suite, c'est grâce aux différentes discussions menées avec les occupants des lieux, les constats visuels d'occupation et d'appropriation que nous pourrions comprendre en quoi ces typologies d'interfaces acceptent et permettent l'appropriation ou non des lieux, ainsi que son usage. Finalement, nous analyserons de quelle manière, au regard des préceptes de l'architecture bioclimatique, que nous allons définir et détailler, les différents bâtiments répondent à une conception de façade bioclimatique ou non. L'ensemble de ces éléments forme la grille de lecture et d'analyse sur lesquelles la seconde partie de ce travail de diplôme se base. Cette grille de lecture et ces trois grandes catégories seront détaillées dans le présent chapitre. L'analyse de ces constructions locales et contemporaines traitera les trois domaines de conception, usage et bioclimatique. L'enjeu est de comprendre de quelle manière la prise en compte de ces trois domaines reflète, de nos jours, les directions que prennent la production architecturale au regard de l'héritage que nous avons précédemment parcouru.

L'expression architecturale

La façade, en architecture, peut être porteuse de multiples points d'expressions, abordant des questions de climat, topographie, société, politique, religions, éthique, histoire, etc...¹. Nous allons définir, dans ce chapitre, les critères pris en compte en terme d'expression architecturale pour cette étude. L'enjeu est d'analyser les études de cas au travers d'une vision sensible et, forcément, en partie personnelle, de l'architecture de ces lieux. Parler d'expression architecturale de l'interface intérieur-extérieur de nos constructions fait fortement appel à l'étymologie du terme façade. Ce terme est dérivé du latin «facies» qui se traduit littéralement comme la forme imposée à quelque chose.¹

La façade est donc bien le médium permettant de transmettre l'expression architecturale d'un bâtiment, en addition à sa fonction première de protection,

« *Each building, each facade is a public affair. The facade belongs to everyone, only what is behind it belongs to those who have to live with it.* » M. Sack

L'accès

Premièrement, le contexte culturel a une influence sur l'expression architecturale, notamment sur le degré de connexion ou séparation de l'espace public et privé. Les constructions récentes en milieu périurbain suisse auront, par exemple, tendance à faire relativement peu² de barrières physiques entre un logement et l'espace public, cela pour des raisons tant conceptuelles que sécuritaires. L'accessibilité et, par conséquent, l'apparence du rez-de-chaussée sont les principaux éléments influencés par ces facteurs.

Cadre bâti et paysager

Le contexte proche bâti et non bâti est, également, un point crucial pour la bonne insertion d'un bâtiment ou complexe de bâtiments à son milieu. Ceci passant par la production de façade aux matérialités similaires ou entrant en résonance avec leur contexte.

¹ Herrmann, Krammer, Strum et al., *The Enclose | Build*, p. 20, 2015.

Les proportions et les dimensions de l'enveloppe sont également un point crucial en terme d'intégration, et plus largement, les proportions de l'ensemble de la construction sont souhaitées être de même langage que leur contexte, il est alors question de tissus urbain et de morphologie de bâti en plot, barre, îlot etc...

« *Only dialogue with the place itself makes the quality of architecture visible and tangible - conversely, a misunderstood reference to the place will have an effect on the popular acceptance of a building and its sense of belonging.* »¹

Composer une façade

La géométrie, les zones, les lignes et les volumes ne sont pas seulement des caractéristiques de conception vide, mais résultent d'éléments de constructions spécifiques et de la manière dont ils sont assemblés. La sensation d'une façade et donc la sensation de plein est générée principalement par les proportions du volume.² Ces proportions sont conditionnées par le rapport horizontal et vertical, dont un concepteur cherchera à faire dominer l'un par rapport à l'autre, instaurant par cela une hiérarchie ou a contrario, il est possible de chercher une «annulation» de toute dominance horizontale ou verticale afin de favoriser une impression générale de volume homogène ou encore d'équivalence au travers d'une grille.

La détermination des dimensions : des joints, des bords, des volumes et des ouvertures dans le cadre de la conception affecte également directement la construction du bâtiment et inversement, les détails constructifs et les exigences de construction de la structure porteuse se répercutent dans le processus de

Le schéma ci-dessous (Fig 1) représente les différents éléments de conception qui peuvent être pris en compte pour composer une enveloppe. Les possibilités étant infinies, nous ne mentionnons que certains des points essentiels.

1 L'enveloppe peut être solide et fermée, comme dans le cas d'une maison fabriquée en série (prologis) où l'ouverture est généralement un percement dans la masse.

2 L'enveloppe peut être complètement transparente et sans ajout d'un élément de balcon ou de loggia, comme nous l'avons vu dans le cas de la maison C.Kerez.

3 L'enveloppe peut également être une multiplication d'éléments qui s'ajoutent ou se soustraient au premier volume, tels que des balcons ou des loggias.

4 Finalement il est possible de prendre en compte la position exacte des fenêtres, balcons ou loggias dans l'épaisseur du bâtiment. Il est alors question de détail constructif.



³ Farra, *Comment composer une façade*, 2021.

⁴ Fig 1 © Herrmann, Krammer, Strum et al., *The Enclose | Build*, 2015.

conception, qu'elle soit dans le plan de protection thermique ou non. Le résultat est un dialogue de conception entre la détermination abstraite de la forme et la validation de sa mise en œuvre réelle.

Il est cependant important de noter que, de nos jours, la composition des éléments de façade, leur taille et donc leur expression esthétique sont influencées par des processus de production standardisés, la disponibilité des matériaux, la faisabilité du montage sur site ou de la livraison sous forme d'unités préfabriquées. Cette partie de l'analyse de cas reproduira un dessin de la façade principale des bâtiments reprenant l'expression, les proportions et les détails constructifs de l'architecture de ces lieux.¹

Typologie de l'interface

Les façades de logements collectifs ont, pour la plupart, des espaces extérieurs, loggias et balcons vont jouer un rôle clé pour ces habitations. Ils constituent une véritable pièce supplémentaire mise à la disposition des occupants. Ces espaces d'entre-deux comme espace de vie sont au cœur des préoccupations de cet ouvrage, véritable lieu d'appropriation des occupants au regard de la ville.

La forme de ces prolongements extérieurs privés est tout aussi variable. Une loggia est un renforcement de la façade, en principe couverte et entièrement contenu dans le volume bâti. Un balcon est un élément en saillie du volume principal, soutenu généralement par un système porteur secondaire, colonne ou console. Ces espaces balcon ou loggia, dès lors habités, peuvent être ponctuels ou en continu sur tout un pan de façade.²

1 Herrmann, Krammer, Strum et al., *The Enclose | Build*, 2015.

2 Joud, *À l'intérieur*, 2016.

Protection et matérialité

L'impression générale est également influencée par le type et texture des matériaux de construction. Une finition plane, comme un enduit minéral ou un enduit de peinture, génère homogénéité et retenue ; alors qu'une façade à ossature classique - une façade vitrée non-porteuse avec de grands panneaux et sa propre structure secondaire - créera toujours un ordre linéaire avec ses profilés.¹ Le choix porté sur des protections solaires comme des stores toiles ou des volets ou encore les différents garde-corps choisis apporte une dernière dimension sensible sur le type d'ambiance qu'il est possible de générer.² Dans cette partie de l'analyse, la matérialité des interfaces sera précisée ainsi que les éléments de protection, l'ensemble faisant partie de l'atmosphère générale de ces espaces.

Héritage et posture architecturale

Finalement, nous aborderons la posture architecturale des concepteurs, au travers de leurs dires selon leurs publications. L'idée est d'opérer une analyse sur le courant dans lequel ces auteurs s'inscrivent et d'en tirer un possible apprentissage sur les futurs développements de la profession en terme d'identité.

Les potentiels d'usage

L'enjeu de cette partie est d'aborder l'usage qu'il est possible de faire d'une enveloppe, notamment quand cette dernière est spatialisée. Ainsi, quand cette dernière se munit de balcon ou loggia, il est possible d'occuper un espace intermédiaire entre sphère privée et publique. Spatialiser une transition entre des espaces de différents degrés d'intimité, apporte une plus grande variété d'usage ou peut produire une surface supplémentaire à celle du logement, l'ensemble donne une épaisseur à la façade. Ces procédés impliquent différentes thématiques que nous aborderons dans les études de cas respectivement : les acteurs, les éléments de composition, l'usage, l'appropriation, puis finalement la mise en scène de l'habitat.

Acteurs

Les questions que soulèvent les espaces intermédiaires sont systématiquement mises en parallèle avec l'intervention et le rôle des acteurs qui y sont liés. L'enjeu est de percevoir comment des courants architecturaux se transcrivent spatialement et de quelle manière ils déterminent les qualités d'usage. En effet, ces espaces expriment et portent deux valeurs différentes : celle de l'architecte et celle de l'usager. Par la position qu'ils prennent dans l'opération, la participation et la discussion avec les futurs acteurs et la ville, ces lieux sont visibles depuis l'espace public. C'est pour cela que pour les différents acteurs qui sont liés à sa conception, l'usage se doit d'être pensé en amont. Les deux acteurs rentrent en jeu à deux temporalités différentes du projet : le processus de conception (pré-projectuelle) et le processus d'habitation (post-projectuelle).¹

Composition et matérialité

C'est avec les différents éléments architecturaux que les architectes doivent composer pour octroyer aux espaces des degrés d'intimité précis. Les différentes typologies de façade habitée ne déterminent pas forcément la réussite des dispositifs d'appropriation, même si elles y participent, elles sont cependant plus

¹ Lazime, *Les espaces intermédiaires dans le logement collectif*, 2015.

clairement déterminées par les éléments qui composent les limites de l'espace, garde corps, vitrage, etc...² Nous verrons comment ces éléments que nous aurons précédemment identifiés impactent l'usage et l'appropriation des lieux. Notamment la question de la visibilité de ces espaces d'entre-deux et s'il détermine les pratiques des différents acteurs qui lui sont liés.

Usage

L'usage d'un lieu dépend de chacun, il est propre à l'usager, à la personne qui pratique ou habite le lieu, il se traduit par des actions et par une vision à travers un spectre propre à l'usager. Dans les façades habitées, cette notion est d'autant plus présente et rentre en dialogue avec la perception que l'on a d'un bâtiment depuis l'espace public. L'architecte donne une utilité à ce dispositif, un espace de détente, un espace qui permet de réguler la consommation d'énergie, un espace de circulation, un espace de déambulation etc... Cependant, les usages qui prennent place dans ces lieux, sont très divers et propres à chacun des habitants : stockage d'objets, espace de jeux pour le chien, espaces de circulation, espaces de repas ou autres activités multiples qui font la richesse de ces dispositifs.¹

Appropriation

L'appropriation est une expression de l'usager dans son habitat. Elle témoigne de la façon d'évoluer dans l'espace et renvoi : soit à des qualités d'usages apportées par le lieu - placement de pots de fleurs, objets, tables et chaises - soit, elle résulte d'un manque d'intimité ou d'espace - amoncellement d'objets quand les rangements dans le logement sont insuffisants, ajout de brise-vues. Le besoin d'augmenter l'intimité de ces espaces liés à un espace jugé trop exposé aux vis-à-vis, par exemple, peut être composé par l'ajout de canisses, des brises vues etc. Il est également possible d'y apporter un moyen de réguler la qualité de l'espace : appliquer des éléments pour se protéger de la lumière ou également être la résultante d'une surface exigüe du logement lorsqu'on perçoit des objets entreposés dans cet espace qui n'y est pas voué. Ces appropriations sont donc en réaction avec la forme, l'orientation, les vues et toutes les dispositions définies par l'architecte durant la conception de ces surfaces.

² Pinson, *Usage et architecture*, 1993.

Mise en scène

Ces dispositifs, appréhendés depuis l'espace public, peuvent être un moyen pour les architectes de divulguer de manière marquante leur travail comme, par exemple, une conception bioclimatique. La production architecturale est alors mise en scène dans cet espace sous les regards des usagers de l'espace public.¹ Pour les architectes, ces dispositifs intermédiaires sont aussi un lieu où l'on peut donner du sens au projet et «expérimenter» . Ces espaces sont le théâtre de l'expression de l'appropriation, ils ont un rapport direct avec l'espace public sur lequel ils s'ouvrent la plupart du temps et sont donc, en confrontation directe avec l'image de l'architecture et sa forme. Nous verrons comment les concepteurs des cas étudiés utilisent leurs productions pour exprimer certaines idées.

Les stratégies bioclimatiques

Construire un bâtiment avec les principes bioclimatiques s'inscrit dans une logique cohérente pour la pérennité du parc bâti, autant pour les individus que pour la société, c'est un investissement au long terme. Ces principes sont applicables à tous les types de bâtiment. Un bâtiment bioclimatique signifie qu'il est construit de manière adaptée à son climat.¹ Ainsi, la conception sera adaptée au mieux possible à son environnement, les systèmes mécaniques de chauffage et de refroidissement seront, par exemple, limités et seulement activés en tant que soutien occasionnel. L'enjeu est d'utiliser à bon escient les ressources présentes dans la nature, à savoir le soleil, le vent, la végétation et la température ambiante. A contrario de bâtiments high-tech, le confort thermique ne repose pas sur le bon fonctionnement des systèmes techniques mais sur la bonne conception et l'agencement des éléments architecturaux du bâtiment, enveloppe et ouverture pour n'en citer que deux. L'architecture bioclimatique cherchera à tirer partie de certains phénomènes naturels de transfert d'énergie afin d'obtenir des gains ou bien des pertes de chaleur dans le bâtiment au bénéfice des occupants.²

¹ Joud, À l'intérieur, 2016.

² Watson, Kenneth, Roger, L'habitat bioclimatique, 1983.

Dans ce chapitre, nous allons parcourir et réaliser un inventaire de quelques stratégies qui jouent un rôle dans la conception d'un projet d'habitat durable, notamment pour la conception d'une enveloppe bioclimatique. Afin de parcourir l'ensemble des points nécessaires à une telle conception. Cette recherche se focalise, notamment, sur les questions touchant plus spécifiquement à l'enveloppe et ne regroupe pas l'ensemble des stratégies nécessaires à mettre en œuvre pour concevoir un habitat durable, tels que les questions territoriales, la mobilité, les capteurs solaires, le cycle de construction, le choix des matériaux, l'enjeu de l'eau avec la récupération de l'eau de pluies, le traitement des eaux usées, les systèmes d'autoproductions, etc...

Les principaux objectifs de conception s'articulent autour de trois thèmes : la chaleur, le refroidissement et, plus récemment, les stratégies d'éclairage naturel. En 1983, D. Watson a publié un manuel de conception bioclimatique, proposant neuf principes qui abordent les thèmes ci-dessus. Ces neuf principes sont applicables par le biais de techniques de conception bioclimatique, c'est-à-dire l'utilisation de certains éléments de construction qui influenceront la consommation d'énergie, l'isolation, les fenêtres, etc. Parmi l'ensemble des techniques possibles (50 présentées dans l'ouvrage de D. Watson) nous allons parcourir les éléments de conception manifeste à prendre en compte dans le cadre de la conception d'une façade habitée, durable et spatialisée. Nous aborderons donc successivement les notions liées aux stratégies liées à la chaleur, au refroidissement - via les systèmes passifs -, à la réduction des besoins énergétiques - via la composition de l'enveloppe - et enfin liées à la lumière naturelle.

Typologie des interfaces

La conception d'espace intermédiaire entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment peut servir l'architecture bioclimatique sous différentes typologies. Elles peuvent se composer de deux manières : l'espace peut être clos, on parlera alors de serre ou il peut être ouvert, tels que les balcons, les patios, les porches ou les loggias.

Stratégie de réchauffement, système passifs

Les espaces extérieurs protégés, les balcon, les patios, les porches et les loggias

En hiver, la trajectoire de l'astre solaire a un angle d'incidence plus bas, ce qui permet - via le bon dimensionnement de la profondeur des espaces extérieurs - la pénétration des rayons du soleil directement à l'intérieur de l'enveloppe. Ce principe permet, ainsi, d'apporter des gains thermiques passifs par l'apport solaire. Des éléments du bâtiment peuvent être utilisés directement pour capter et stocker la chaleur. Les apports solaires représentent un gain considérable d'énergie qui peut être directement utilisé pour chauffer l'intérieur d'un bâtiment ou de l'eau.^{1,2}

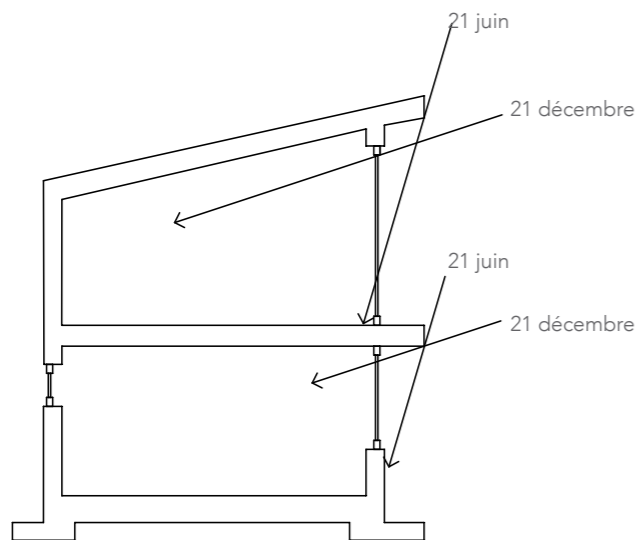


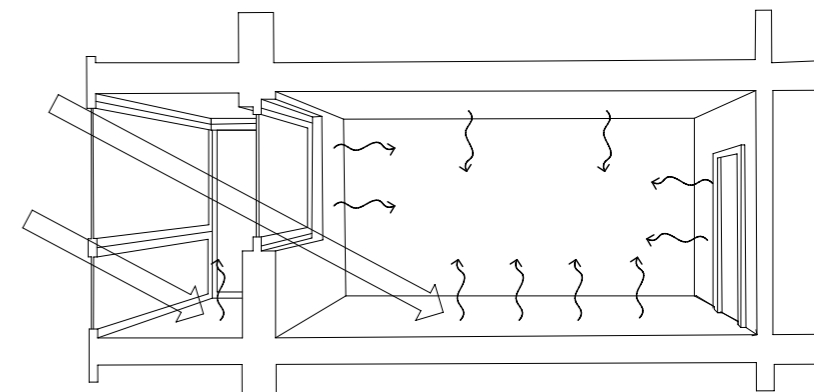
Schéma de l'angle d'incidence des rayons du soleil aux solstices à midi.³

Espace-tampon, les serres

Une autre méthode pour tirer parti des gains solaires passifs est la création d'espace-tampon. Cet espace va servir de réservoir de stockage thermique. La chaleur accumulée pourra être extraite par convection naturelle ou à l'aide d'un ventilateur thermostatique et distribuée dans les pièces attenantes. Le type de vitrage utilisé pour ces espaces doit être consciencieusement choisi. De nos jours,

les vitrages ont de très bonnes performances, ce qui limite les pertes liées aux coefficient de transmission thermique et les infiltrations d'air par les cadres. Un bon vitrage est une condition essentielle à la bonne mise en œuvre de ce type d'espace-tampon. La valeur g devra rester haute afin de permettre les gains par ce facteur de transmission énergétique et la valeur U de la fenêtre devra rester basse afin «d'isoler» au mieux l'espace-tampon.^{1,2}

Schéma système passif de serre et véranda³



Afin de mettre en œuvre correctement un espace-tampon, il est nécessaire de respecter un certain nombre de conditions. Ce type d'espace doit avoir une bonne orientation, si possible entre sud-est et sud-ouest. En effet, un placement au nord ne permettra pas de gain solaire suffisant. Le mur d'interface devra être partiellement vitré afin de transmettre les gains. Il faut laisser la possibilité de transfert de la chaleur de la serre vers l'intérieur par convection naturelle ou forcée. La serre ne doit pas être chauffée, afin d'éviter de créer une surchauffe. Il faut également des protections solaires efficaces, ceci sera abordé dans le chapitre des considérations liées au refroidissement. Les avantages de ce type d'installation sont qu'ils libèrent un espace supplémentaire attrayant et temporairement habitable. Le climat des espaces adjacents sera plus stable qu'un espace sans intermédiaire. Mais le rendement de captage de ces espaces sera forcément plus faible qu'en cas de gain direct.^{1,2}

1 Scartezzini, Cours physique du bâtiment III-IV, 2018

2 Watson, Kenneth, Roger, L'habitat bioclimatique, 1983.

3 Iconographie reproduite du cours de Physique du bâtiment III-IV, ©Jean-Louis Scartezzini, 2018.

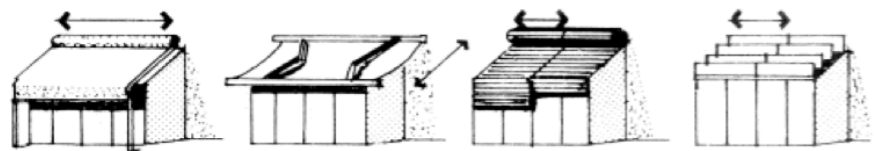
Stratégie de refroidissement, systèmes passifs

Les espaces extérieurs protégés, les balcon, les patios, les porches et les loggias

En été, il est important de limiter les gains solaires. Ainsi, la protection des espaces extérieurs par un élément horizontal comme un avant-toit permet d'obtenir une protection solaire. La profondeur de ces espaces peut être calculée afin qu'en été, la lumière ne pénètre pas directement à l'intérieur du bâtiment. Cela permettra d'éviter la surchauffe et donc l'inconfort. Ainsi il est possible d'offrir également localement de l'ombre sur les murs et les abords du bâtiment. La température de l'air extérieur sera donc localement plus faible, ce qui permettra une réduction de la transmission de chaleur à travers les murs et une possibilité de climatisation par ventilation naturelle.²

Espace tampon, les serres

En été, la serre, de par son orientation, accumulera beaucoup de chaleur. Plusieurs stratégies sont applicables afin d'éviter la surchauffe. On peut diminuer l'accumulation de chaleur en ouvrant les vitrages extérieurs, en permanence. La protection peut également être assurée par des rideaux mobiles ou un avant-toit. Comme la figure ci-dessous le montre.¹



Autour des enveloppes, refroidissement par évaporation

Une autre possibilité allant influencer la régulation thermique des enveloppes est d'utiliser la végétation de type feuillue pour protéger les façades en été. Ombrager les murs permet de réduire de moitié les rayonnements solaires touchant

la façade et donc la transmission de la chaleur vers l'intérieur. Si la végétation est placée directement contre la façade, comme dans le cas d'une plante grimpante, l'effet de refroidissement par évaporation est un avantage en plus de l'ombrage produit par le feuillage. En hiver, les plantes auront perdu leurs feuilles et le rayonnement solaire pourra pénétrer directement dans le bâtiment. Toutefois, ces techniques doivent être utilisées comme complément à une approche et non comme seule et unique solution, car la survie ou le bon développement de la végétation est un processus dépendant du bon soin des habitants et des conditions climatiques tous deux variables et donc instable comme seule et unique moyen de protection. L'utilisation végétale est un attrait particulièrement intéressant dans le cas des espaces extérieurs protégés, car cela permet également d'apporter de très grandes qualités à l'usage du lieu. Il est également possible d'utiliser l'eau pour ce type de refroidissement. En effet, dans les climats chauds, des bassins attenants aux constructions vont, par le processus d'évaporation, refroidir l'air à proximité. Dernièrement, il y a également la possibilité de mettre en œuvre un système à deux réservoirs thermiques. Ces derniers doivent être placés de deux côtés opposés du bâtiment. L'utilisation de deux cours différentes comme réservoir thermique, permettra à l'air rafraîchi de circuler à l'intérieur du bâtiment. Le but est d'emmagasiner de l'air humidifié, sur le côté ombragé du bâtiment. L'air

1 © Scartezzini, *Cours physique du bâtiment III-IV*, 2018.

2 Watson, Kenneth, Roger, *L'habitat bioclimatique*, 1983.

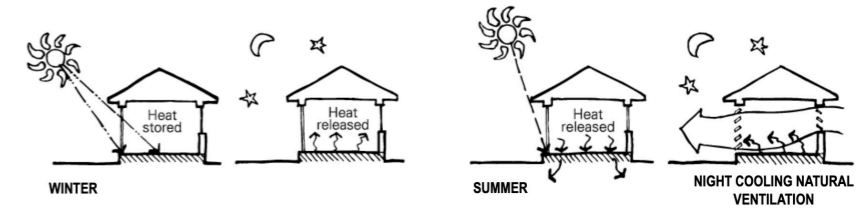
L'enveloppe

Un travail attentif doit être porté sur la réalisation de l'enveloppe thermique du bâtiment, puisque si elle est bien conçue, cela permettra de réduire les besoins en chauffage de manière drastique. A contrario si l'enveloppe a de mauvaises propriétés isolantes, en plus de produire de grandes pertes thermiques, elle provoquera une sensation d'inconfort pour les utilisateurs dûe à la différence thermique entre la surface de la façade et les autres surfaces de la pièce. Il est possible de compenser les surfaces froides des façades en augmentant la température de l'air intérieur, bien que cela ait un effet négatif sur la consommation énergétique totale du bâtiment. La façade est une interface clé pour le confort. Rappelons donc quelques notions citées par D. Watson à prendre en compte pour la conception bioclimatique.

Afin de réduire les besoins de chauffe en hiver, certains points sont essentiels à prendre en compte. Tout d'abord, il s'agira de "réduire les transferts de chaleur par convection", ceci principalement grâce à l'utilisation de matériaux thermiquement isolants. Il faut également limiter la quantité de cadres pour les vitrages, un grand ration de cadre, introduit par des volontés d'apparences, par exemple, va en plus de limiter les gains directs, augmenter les pourcentages d'infiltrations d'air dû à ces mêmes cadres. Les exfiltrations d'air chaud représentent une perte de chaleur pour un bâtiment qu'il est facile de limiter.

En été comme en hiver, il est pertinent d'utiliser la capacité de stockage thermique des matériaux. Un matériau lors on un potentiel de stockage de chaleur dont on peut tirer profit grâce aux principes de déphasage de température. En hiver, le matériau chauffé pendant la journée va accumuler cette chaleur et la restituer progressivement durant la nuit. Ce principe fonctionne également en été avec un matériau qui doit être donc capable d'émettre des rayonnements infrarouges pour obtenir un refroidissement. Favoriser le refroidissement par rayonnements consiste en l'utilisation du refroidissement par rayonnement nocturne lorsque les nuits sont plus fraîches que la température à l'intérieur de la construction.

Schéma de l'échange de chaleur hiver et été.¹



Finalement, nous aborderons les notions liées au rapport de surface. Réduire les surfaces des murs extérieurs et de toiture afin de favoriser un volume plus compact permet de réduire la demande de chauffe. Les études sur la physique du bâtiment ont démontré que les déperditions thermiques d'un bâtiment sont proportionnelles à la surface de son enveloppe. Ainsi, plus le bâtiment sera compact, moins ce dernier perdra en chaleur. A noter, cependant, que les déperditions thermiques sont calculées majoritairement par rapport aux surfaces exposées à l'air extérieur. La surface en contact avec le sol subit de moins grandes variations de température et n'est pas exposée au vent.

En terme de ratio, la proportion de fenêtres sur une façade est à prendre en considération. Même si les vitrages que nous utilisons de nos jours sont très performants, la meilleure isolation fournie par un vitrage sera toujours moins bonne que celle du meilleur mur. Il est donc important de gérer un bon ratio d'ouverture de la façade en fonction de l'orientation des façades, ainsi il sera possible d'optimiser les gains solaires. Il s'agit donc d'éviter d'avoir beaucoup d'ouvertures sur des façades très peu éclairées par le soleil, comme la façade nord ou des façades accolées à une grande forêt de conifère. Ce principe prend en compte donc une bonne gestion du rapport des gains fournis par l'apport solaire qui doivent rester supérieurs aux pertes thermiques également dues à cette dernière.

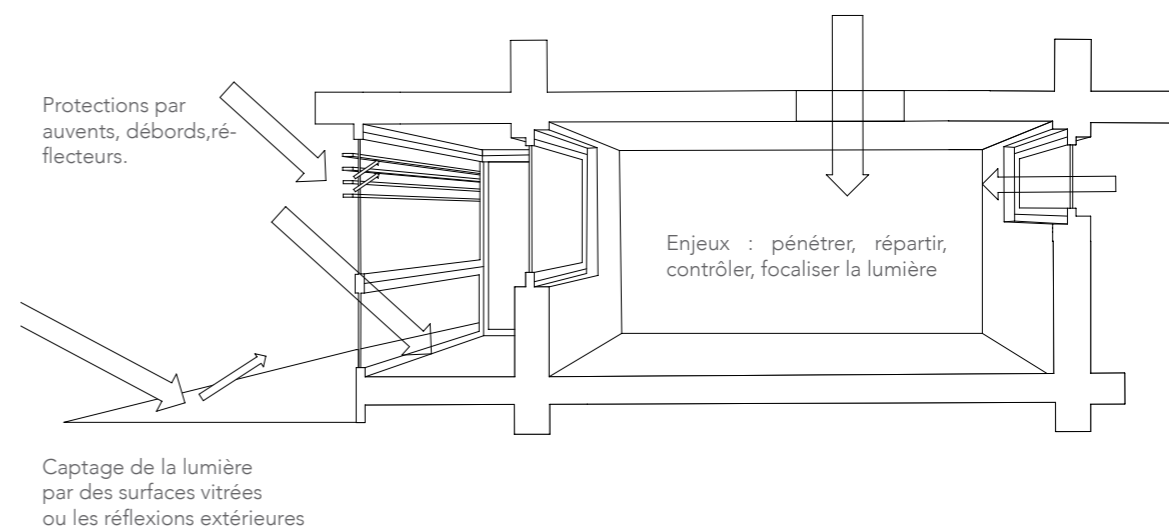
¹ ©Andersen et al., cours: *Comfort and Architecture*, 2020.

Stratégie liée à la lumière naturelle

La réduction des besoins énergétiques du bâtiment est un thème vaste où il est possible de citer un nombre incalculable de stratégies possibles afin d'améliorer la conception des bâtiments. Cependant, le choix de ce travail s'est porté sur la description les plus manifestes qui feront écho aux constats de bonne ou mauvaise conception dans les analyses de cas. C'est ainsi que nous allons, présentement, décrire quelques points à prendre en compte lorsque l'on cherche à concevoir un bâtiment qui est adapté à son environnement et au climat dans le thème de l'utilisation de la lumière naturelle. Favoriser l'apport en lumière naturelle est un point absolument fondamental. Plusieurs facteurs sont à prendre en compte et une bonne conception architecturale va permettre de réduire les besoins en énergie du bâtiment par le fait que l'on ne sera pas obligé d'allumer la lumière d'une pièce si cette dernière est suffisamment éclairée en journée. A partir de ce constat, il y a des nuances qu'il faut prendre en compte, car les stratégies liées à la lumière sont articulées avec les notions de confort visuel. Pour le confort visuel, les objectifs sont d'éviter l'éblouissement afin de ne pas perdre trop de visibilité dans l'espace, d'avoir une vue sur l'extérieur et de laisser entrer suffisamment de lumière naturelle qui aura un impact considérable sur la santé et le bien-être.¹ Les études de cas permettront d'aborder des points plus spécifiques sur le sujet, notamment quelles solutions ont été apportées ou devrait être apportées, afin de permettre une occupation confortable de la partie de la façade habitée. Nous aborderons de quelle manière la lumière pénètre dans les bâtiments, par rapport à la localisation des vitrages et des protections solaires, mais également par rapport à la luminosité qui va être perçue indirectement au travers de potentielles réflexions de surfaces extérieures. Nous aborderons aussi comment la lumière se répartit à l'intérieur des pièces attenantes aux espaces intermédiaires, quels sont les systèmes de contrôle d'apport lumineux, les systèmes qui limitent la lumière naturelle ou, a contrario, la focalisent en des points précis.¹

1 ©Andersen et al., cours: *Comfort and Architecture*, 2020.

Schéma de lumière naturelle



1 Schéma repris du Cours Architecture Bioclimatique, Emmanuel Rey ©LAST, 2017

Synthèse

Des espaces de vie bien conçus rendront la vie agréable et donneront donc envie aux gens d'y passer plus de temps et d'entretenir leur maison. Au niveau du projet, la prise en compte des éléments décrit précédemment peut sembler contraignante car elles influencent l'enveloppe, la forme, la lumière, les orientations, les espaces techniques, extérieurs et intérieurs, mais elles sont aux contraires logiques et résultent d'une lecture et d'une réflexion sur le territoire en considérant notre empreinte énergétique. C'est le rôle de l'architecte, de comprendre les différents enjeux et les stratégies à déployer pour la pleine réussite du projet.

Toutefois, les respects de ces enjeux ne sont pas les seuls défis et qualités de l'architecte. Il doit être capable de rendre son projet original et cohérent dans sa globalité. La réputation d'un projet se fait aussi par la manière qualitative dont sont aménagés les espaces d'interface innovent.

Cet aspect permet au rapprochement de la durabilité, de l'écologie et de l'architecture d'avancer vers de nouvelles propositions et de ne pas se considérer mutuellement comme une contrainte. Pour éclaircir les critères que nous avons définis appliquons les aux études de cas.

CHAPITRE 4

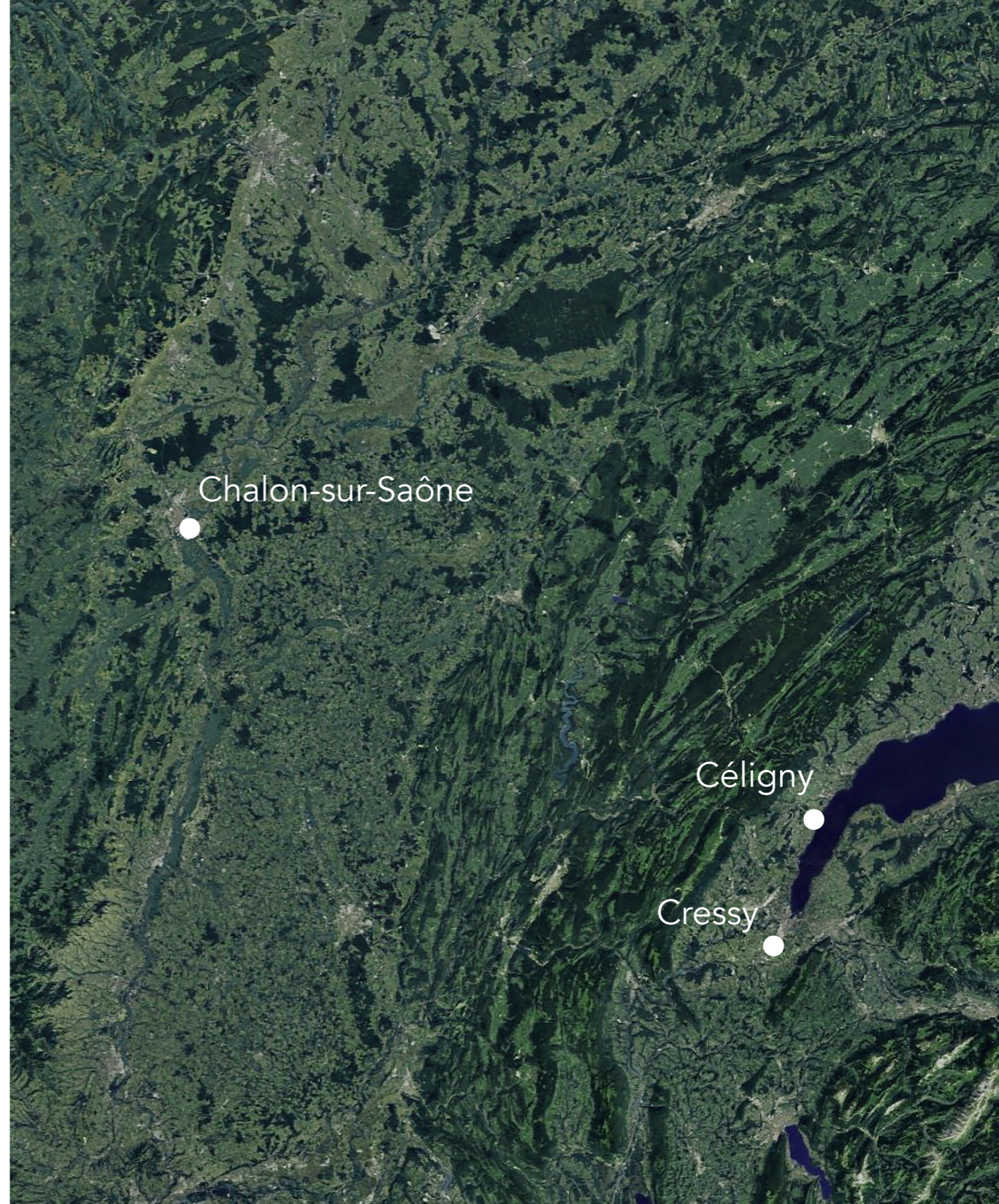
ÉTUDES DE CAS

Les exemples de bâtiments de logements collectifs choisis abordent la question des espaces intermédiaires de différentes façons tant dans leurs formes que dans les activités qui s'y regroupent. Les apports de ces interfaces en terme d'architecture bioclimatique sont également variés. Ces apports abordent chaque thématique (d'expression architecturale, de potentialité d'usage et bioclimatique) sous un nouvel angle, avec plus au moins d'implication dans celle-ci. Ils mettent en lien concrètement les trois thématiques, traitées jusqu'ici du point de vue théorique. Il s'agit aussi à travers ces analyses, de ressortir quelques pistes et stratégies pour le projet futur. L'analyse de chaque cas reprendra successivement les points qui ont été décrits dans le chapitre précédent.

Chaque projet présenté représente une manière différente d'épaissir la façade. Nous verrons comment ces projets ont su prendre en compte les différentes catégories abordées dans le chapitre précédent. Cette étude permettra de comprendre les enjeux et les spécificités de chacun des projets. Cela permettra de mettre en évidence les différences générées par des typologie d'espaces intermédiaires des façades habitées dans les domaines d'expression, d'usage et de bioclimatique. Ces bâtiments sont également récents et leur caractère innovateur dans certains domaines faisant partie des stratégies vues dans la partie précédente, permettra d'élargir et approfondir les connaissances abordées dans ce travail. L'ensemble de ces réalisations se situe dans un climat tempéré, se rapprochant du climat du site choisi pour la suite de ce travail de diplôme. Il s'agit d'une étude qualitative sur des espaces spécifiques de ces logements, l'analyse n'est pas exhaustive. Les seuls points abordés seront relatifs aux sujets de cet énoncé. La qualité des différents éléments traités durant cette étude sera déterminée en fonction de leur manière d'intégrer les stratégies vues dans le chapitre trois.

Les exemples choisis sont les suivants :

- Les immeubles de logements à Chalon-sur-Saône, du bureau Lacaton & Vassal, dans le département de Saône-et-Loire, inaugurés en 2016.
- Les immeubles de logements à Céligny, du bureau Bunq, dans le canton de Genève, inaugurés en 2016.
- L'immeuble de Cressy de la Coopérative Equilibre et du bureau Atba dans le canton de Genève, inauguré en 2010.





Lacaton & Vassal - Logements Chalon-sur-Saône

L'expression architecturale

Introduction, l'accès, le contexte bâti et paysager

À Chalon, le complexe d'immeubles, réalisé par le bureau d'architecte Lacaton & Vassal, entre 2015 et 2016, est composé de quatre immeubles de logement, de quatre à sept étages. Ces constructions s'implantent à la périphérie de la ville de Chalon, non loin du port industriel de la Saône. Ce projet crée un front urbain à l'une des entrées de la ville de Saône.¹

Ce quartier est construit dans le cadre d'une opération générale de densification du secteur Sud du quartier des Prés Saint-Jean. Les constructions revêtent un caractère industrielle cohérence avec la proximité du port et la périphérie industrielle de Chalon. Les bâtiments sont sur pilotis, dû au risque d'inondations, permettant aux bâtiments B,C et D d'avoir un rez-de-chaussée libéré de toutes fonctions, accueillants uniquement des potagers privatifs et les accès aux logements. Ces trois bâtiments s'articulent autour d'un espace central vert. Le projet cherche à préserver la végétation existante et en permettre l'expansion. Il minimise également les surfaces imperméabilisées. Les quatre volumes sont en forme



Le plan du site orienté vers le nord montre les dimensions des quatre blocs d'habitation, qui ont la même profondeur que les tours d'habitation situées dans la partie nord-est du plan.

Plan ©Lacaton Vassal

1 Lacaton, Vassal, 96 LOGEMENTS, CHALON-SUR-SAONE / PRES-SAINT-JEAN, 2017

2 El croquis, Lacaton & Vassal, 1993-2017, 2017.

de barre. Les espaces publics et privés sont clairement délimités par de grandes barrières préservant les potagers privatifs. Une fois passé cette première barrière, on peut accéder à l'extérieur de l'entrée des bâtiment. La cage d'escalier est dans un volumes clos, non chauffé. A chaque palier figure donc un sas pour accéder à la seconde partie du palier composé de deux portes d'appartement par niveau.²

Composition des façades

Les bâtiments reprennent l'expression architecturale type du bureau : les façades sont en tôles métalliques, composées sur l'un des versants, d'espaces intermédiaires de serre-froides précédant des balcons extérieurs en béton avec des gardes-corps en verre. Le versant opposé aux serre-froides de ces appartements traversants est muni uniquement d'un balcon. Sur les façades pignons, le balcon se retourne venant ainsi occuper l'angle du bâtiment. Les espaces intermédiaires du dernière étage sont soit en double hauteur ou à une hauteur et demi. Les façades révèlent une partie de la trame constructive du bâtiment et leur matérialisation vient amplifier le caractère industriel de cette périphérie. La lumière vient se refléter sur les tôles métalliques successivement en jaune, orange ou rouge. Ainsi, le temps est retranscrit par la surface du bâtiment.

Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis le parc centrale



A Chalon, le complexe d'immeubles, réalisé par le bureau d'architecte Lacaton & Vassal, entre 2015 et 2016, est composé de quatre immeubles de logement, de quatre à sept étages. Ces constructions s'implantent à la périphérie de la ville de Chalon, non loin du port industriel de la Saône. Ce projet crée un front urbain à l'une des entrées de la ville de Saône.¹ lacaton web site.

Ce quartier est construit dans le cadre d'une opération générale de densification du secteur Sud du quartier des Près Saint-Jean. Les constructions revêtent un caractère industrielle cohérence avec la proximité du port et la périphérie industrielle de Chalon. Les bâtiments sont sur pilotis, dû au risque d'inondations, permettant aux bâtiments B,C et D d'avoir un rez-de-chaussée libéré de toutes fonctions, accueillants uniquement des potagers privatifs et les accès aux logements. Ces trois bâtiments s'articulent autour d'un espace central vert. Le projet cherche à préserver la végétation existante et en permettre l'expansion. Il minimise également les surfaces imperméabilisées. Les quatre volumes sont en forme de barre. Les espaces publics et privés sont clairement délimités par de grandes barrières préservant les potagers privatifs. Une fois passé cette première barrière, on peut accéder à l'extérieur de l'entrée des bâtiment. La cage d'escalier est dans un volumes clos, non chauffé. A chaque palier figure donc un sas pour accéder à la seconde partie du palier composé de deux portes d'appartement par niveau.

Composition des façades

Les bâtiments reprennent l'expression architecturale type du bureau : les façades sont en tôles métalliques, composées sur l'un des versants, d'espaces intermédiaires de serre-froides précédant des balcons extérieurs en béton avec des gardes-corps en verre. Le versant opposé aux serre-froides de ces appartements traversants est muni uniquement d'un balcon. Sur les façades pignons, le balcon se retourne venant ainsi occuper l'angle du bâtiment. Les espaces intermédiaires du dernière étage sont soit en double hauteur ou à une hauteur et demi. Les façades révèlent une partie de la trame constructive du bâtiment et leur matérialisa-

¹ El croquis, *Lacaton & Vassal, 1993-2017, 2017.*

Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis le parc centrale



Photographie personnelle,
Décembre 2021

Une plaque de plâtre recouvre la dalle de béton à noyau creux, et l'on peut constater la continuité visuelle produite par l'utilisation des mêmes matériaux entre l'intérieur de l'appartement, la serre et les balcons.



Héritage et posture architecturale

« *Journalist* : - *When we started practicing there was something really exciting about your architecture because you were somehow proposing a new field of work based very much on qualities, conditions, freedom, without apparently inventing a new vocabulary of architecture.*

JPV: - *We often compare the Case Study Houses program to the Farnsworth House or Mies' Lake Shore Drive. There is a sort of easiness and simplicity to them that doesn't exist in the two others, even though in all of them there is a sort of reduction of the materiality to its minimum.* »

Les architectes Lacaton et Vassal explorent une série de mécanismes climatiques passifs dans leurs espaces semi-extérieurs de type « serre » qui permettent d'atteindre des situations de confort tout en réduisant au minimum la consommation d'énergie et configurer, en outre, des systèmes de matériaux économiques et légers, faciles à transporter et à assembler. Dans la lignée de la versatilité contemporaine, Lacaton et Vassal sont d'importants défenseurs de « l'espace indéterminé » que ses utilisateurs doivent compléter conceptuellement. Dans les 96 logements de Chalon-sur-Saône, l'espace semi-extérieur intermédiaire constitue un espace d'une grande versatilité et adaptabilité, de par les différentes possibilités de confort qu'il offre, modulable selon les envies et les besoins de ses habitants.

« *So it is about trying to be extremely intelligent about designing many small projects or fragments of projects from the bedroom, and then the bathroom, and then another dwelling and then all the levels, and the whole building, and then two buildings or more, and then another school, a public space and then something else, in an infinite series of spaces. The city is then made of many fragments connected and intersected with one another.* »

1 El croquis, Lacaton & Vassal, 1993-2017, p.15, 2017.

Les architectes font partie d'un mode de pensée anti-déterministe. Pour eux, la conception d'un bâtiment doit se faire de l'intérieur des espaces, il faut agir par fragment et addition d'espaces qui ont une potentialité mais qui ne sont pas strictement définis. Pour eux, la ville est une série de fragments infinis, connectés, qui se croisent les uns les autres. Ces fragments prennent une expression architecturale qui leur est propre. Ils ne s'identifient pas au modernisme, qui est pour eux un courant qui a apporté trop de règles sur la façon d'utiliser un espace. Leur approche de l'architecture est très systématique, ils ont réussi à créer une identité propre et un slogan très clair. Faire plus, pour le même coût.¹

Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis le parc centrale



Les potentiels d'usages

Acteurs

Le projet de Chalon propose 86 logements en location et 10 logements en propriété. Le maître d'ouvrage est l'agence de location de l'OPAC. L'ensemble des appartements sont réalisés suivant la démarche générique du bureau. La formule urbaine et les typologies ont été définies au stade du concours. Pour la réalisation, la discussion se fait essentiellement entre l'OPAC et le bureau d'architecture. Le principe du bureau est de construire différentes typologies d'appartement équivalentes en terme de matérialité, sans distinction particulière entre un appartement au premier étage ou sous toiture. Les habitants des lieux emménagent par la suite et peuvent s'approprier ces espaces neutres comme bon leur semble. L'idée est de ne pas faire de distinction entre propriétaire ou locataire. Cette description est relative au cas de nouvelles constructions et non au cas des rénovations pour lesquelles un dialogue est engagé avec les habitants des lieux qui restent logés dans leurs appartements durant les travaux. ¹

Usage

Les espaces intermédiaires construits dans les grands complexes de logements par Lacaton Vassal sont tous conçus suivant le même principe. L'idée est d'apporter à des appartements classiques, une surface supplémentaire d'occupation sans augmenter le prix de location. ¹ Dans leurs premières réalisations de ce type, les architectes projetaient un usage du type classique de jardin d'hiver, donc disposition de plantes principales. Cependant, les occupants s'approprièrent les lieux avec leurs meubles de salon, salle à manger etc. Face à ce constat, les architectes prirent le pas de réaliser systématiquement des espaces intermédiaires non-définis dans leur usage, afin de laisser les occupants se l'approprier comme bon leur semble. Néanmoins, on peut remarquer que dans les photographies de publications et dans les dessins, l'aménagement de ces espaces est essentiellement lié à un usage proche d'un salon ou d'un coin de lecture ou de repas. ¹

¹ Lacaton & Vassal, Conférence de Jean-Philippe Vassal | Agence Lacaton & Vassal, Paris, 2016.

Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis la serre



Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis le salon



Appropriation

Lors de la visite sur les lieux, six discussions ont pu être réalisées avec les occupants d'appartements différents. La discussion a essentiellement tourné autour de l'occupation en lien avec le confort d'utilisation. Les espaces sont, pour la majeure partie des personnes interviewées, trop froids en hiver et trop chauds en été. L'apport solaire n'est pas suffisant pour garantir une utilisation toute l'année de ces espaces intermédiaires dans le département de Saône et Loire. Le confort thermique n'étant pas atteint, les occupants des lieux se sont résolus¹. Ils utilisent, à présent, ces espaces attenants à leur appartement comme lieux de stockage durant la période hivernale et, pour un foyer rencontré, durant toute l'année. En effet, ce foyer a placé un jacuzzi dans l'espace afin de pouvoir en profiter également en période hivernale. Un autre foyer utilise l'espace intermédiaire comme cellier pour leurs aliments. De manière générale, l'occupation des lieux ne correspond plus aux images prises par le photographe Philippe Ruault en 2015, lorsque les habitants ont emménagé. Depuis, les pièces intermédiaires sont essentiellement des espaces de stockage. Cependant l'utilisation de ces espaces non-chauffés comme espace de rangement est une utilisation adéquate au fait que ces espaces sont froids en hiver. Cependant, la qualité de vie des habitants serait diminuée car c'est par défaut qu'ils ont placé ces éléments là et non par une volonté d'avoir des boîtes visibles à côté de l'espace de jour.



Photographie ©Philippe Ruault, réalisée en 2015.

¹ Témoignage réalisé sur les lieux, décembre 2021

Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis la serre



Photographie personnelle,
Décembre 2021
Vue depuis la serre

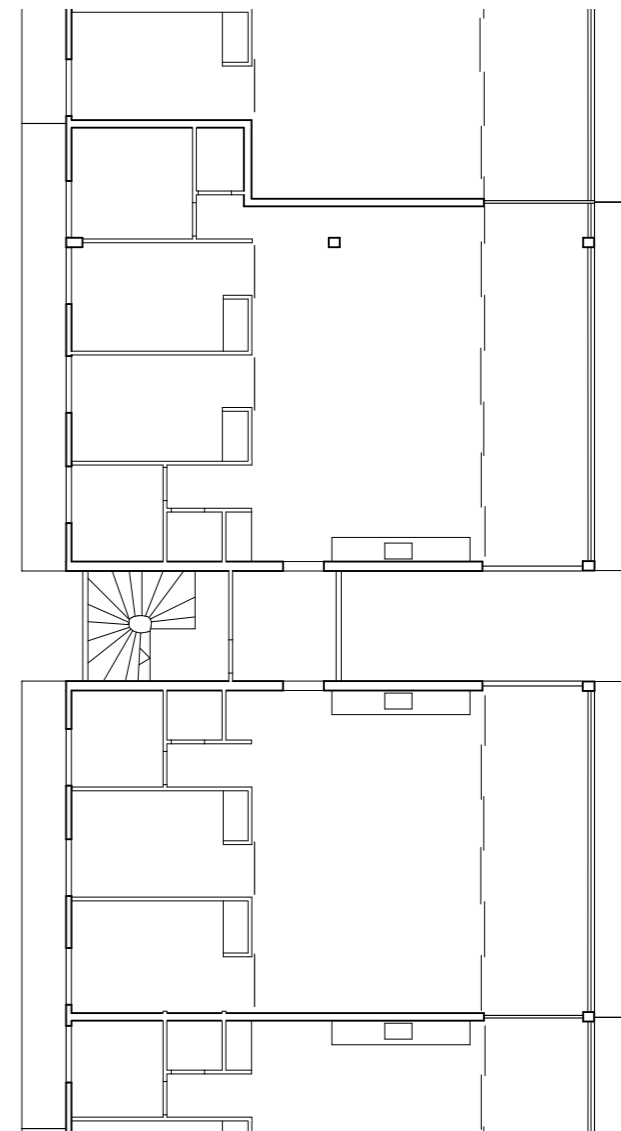


Le potentiel bioclimatique

Tous les appartements ont, a minima, une double orientation. La façade qui dispose d'un espace intermédiaire est, comme dit précédemment, matérialisée par un volume translucide de polycarbonate et de verre qui articule la relation intérieur-extérieur. Dans ces espaces « serres », le rayonnement solaire est absorbé pendant la journée, chauffant la maison. En été, l'excès d'air chaud est expulsé par de grandes ouvertures ouvrantes. Les rideaux solaires mobiles permettent également à l'utilisateur de réguler le confort thermique de l'habitation, dans une certaine mesure. Grâce à ces mécanismes de régulation environnementale, l'usager peut modifier les limites de son logement en fonction de ses besoins et de ses envies. Les espaces intermédiaires semi-extérieurs présentent une grande variété dans le fonctionnement annuel : en été, ils constituent une pièce à vivre, qui s'ouvre complètement sur l'extérieur. Durant la période froide, ils forment un « jardin d'hiver » qui permet de conserver le caractère d'un espace non-chauffé ou d'une terrasse à tout moment de l'année, apportant lumière et aération aux espaces de vie. Ces structures constituent des systèmes, décrite par leurs concepteurs comme : technologiquement durables, avec l'utilisation de matériaux légers, bon marché, fabriqués industriellement et faciles à assembler. De cette manière, il est possible de réduire le prix de la construction et ainsi d'augmenter la surface utile des maisons, en leur offrant une plus grande qualité spatiale, avec des pièces bien éclairées et ventilées liées à l'extérieur. Les gains solaires réalisés par ces espaces non-chauffés sont constatés et la faible profondeur des balcons attenants aux serres, permet de favoriser les gains. Le principe d'espace-tampon pour accumuler de la chaleur est un principe connu qui a fait ses preuves. Cependant, la réalisation des espaces intermédiaires de ce cas d'étude n'a pas permis de constater le bon fonctionnement de ce principe bioclimatique. Comme cela a été défini dans le chapitre trois, afin d'avoir une zone qui accumule de la chaleur, il faut que cette dernière soit en partie isolée, surtout la surface entre l'espace intermédiaire-intérieur. Dans le cas des constructions de Chalon, les baies vitrées provoquent d'énormes infiltrations d'air.¹

¹ Watson, Kenneth, Roger, *L'habitat bioclimatique*, 1983.

Plan redessinée d'un des immeubles.
Echelle 1:200
©Lacaton Vassal





Bunq architecte - Logements les Grands-Chênes à Céligny

L'expression architecturale

Introduction, contexte culturel, bâti et paysager

Aux Grands-Chêne à Céligny, le complexe d'immeubles réalisé par le bureau d'architectes Bunq en 2016, est composé de quatre immeubles de logement, de quatre étages chacun. Ces constructions s'implantent à la périphérie du village de Céligny. Cette « pièce paysagère » est entourée de végétation qui délimite le site au nord, apportant par cela une séparation avec le reste du village.¹

Le quartier des Grand-Chêne se développe donc à la périphérie d'un village de l'arc Lémanique. Cet ensemble d'immeubles est proche du centre villageois. Ces immeubles reprennent les caractéristiques villageoises : des cours délimitées par des murs et des fontaines marquant les espaces publics. Chaque bâtiment a une cour entourée d'un mur qui s'inscrit en continuité avec sa façade. Ces espaces attenants à chaque immeuble sont semi-publics, ces cour forment les seuils d'entrée du bâtiment. L'échelle du quartier reprend celle des constructions villageoises attenantes. Le quartier est ouvert et facile d'accès ; les activités se développent principalement entre les habitants du même quartier dans les cours, occupées par des fêtes de quartier, de la restauration, des places de jeu ou des lieux de rencontres et de discussions entre voisins. La transition entre l'espace semi-public et les appartements du rez-de-chaussée est produite par les façades. Les quatre immeubles ont des volumes compacts en forme de plot, d'une densité légèrement supérieure aux habitations villageoises.



Plan de situation ©Bunq

On constate que les bâtiments ont des morphologies différentes, l'une plus allongée que l'autre. Les bâtiments ont également une densité légèrement supérieure à celle des maisons adjacentes.

Composition des façades

Les bâtiments respectent le même principe de composition. On peut distinguer deux approches : les façades avec des loggias sur toute la longueur du bâtiment et les façades plus massives parfois munies de loggia dont le percement reprend le même dessin que les fenêtres attenantes. Les parois extérieures sont en béton lavé², de couleur terreuse. Elles ont été doublées intérieurement par de la brique de terre cuite. L'apparence globale se veut minérale et massive, liée au type de construction. Le dernière étage est en retrait et marque un changement de matérialité. Cette approche permet de donner un couronnement au bâtiment placé sous l'angle de la légèreté, de plus, la couleur du bois rappelle les constructions locales.

Vue depuis une cour, Photographie personnelle, décembre 2021



1 AFASIAARCHZINE.COM, *BUNQ*, Consulté le 25 décembre 2021.

2 Bunq, *Céligny*, Consulté le 25 décembre 2021

Typologie de l'interface habitée

A présent, cette partie va traiter le point principal de l'intérêt de cette étude de cas. Les loggias, composant toute la longueur du bâtiment, s'articulent dans le même volume que l'ensemble du bâtiment. Entre les différents appartements du même palier, il y a une séparation sur les loggia par des rangements. La particularité de ce cas d'étude tient dans le fait d'avoir réalisé une loggia sur toute la longueur d'une façade, s'approchant ainsi très fortement de la définition d'un balcon. Cependant, l'inclusion dans un dessin plus général minérale ces dernières restent, comme dit précédemment, dans le volume général du bâtiment et ne dénotent pas comme un élément qui aurait été « ajouté », comme dans le cas des balcons. Cet espace extérieur est entouré d'une certaine massivité.

Protection et matérialité

A l'intérieur du volume de cet espace intermédiaire, le revêtement est majoritairement en bois. Les porteurs extérieurs sont en béton apparent ainsi que la couverture du 3ème niveau. Le recouvrement du sol, du plafond et du mur par le bois, génère un effet général immersif et chaleureux. Les porteurs extérieurs en béton viennent renforcer l'effet et le sentiment de « plein ». La séparation entre la sphère privée et publique se fait principalement au travers de volets en bois, coulissants sur l'ensemble de l'ouverture de la loggia. Ces grands volets participent fortement à l'expression générale du bâtiment, témoin de la vie et l'activité changeante du lieu au fur et à mesure de la journée. Ces volets sont positionnés devant les gardes-corps, dans le plan du porteur extérieur. Les gardes-corps, quant à eux, sont métalliques, fins et de couleur foncée. Ainsi, ils sont discrets et disparaissent rapidement, ils ne génèrent pas le regards sur les paysages environnants des alpes françaises.

Façade sud-ouest donnant sur le jardin
Photographie personnelle, décembre 2021



Loggia rez-de-chaussez donnant sur cour
Photographie personnelle, décembre 2021



Héritage et posture architecturale

« Par définition, l'architecture définit les espaces pour les êtres humains et les développe en forte interaction avec le contexte culturel, social et physique. [...] Nous apprenons également de ces connaissances vernaculaires parce qu'elles témoignent du respect des matériaux de construction locaux qui montre une parfaite adéquation au microclimat. »¹

Les propos ci-dessus de Julien Grisel, expriment la vision qu'à l'architecture du bureau. A l'intermédiaire entre l'attention portée pour les habitants, les connaissances techniques du métier et des considérations portées sur la durabilité inspirées par le vernaculaire. En ce sens, le bureau s'inscrit largement dans la mouvance de ses contemporains et la production architecturale actuelle.¹

Ce bureau ne s'inscrit pas dans un courant de pensée déterminé. Ils mettent en œuvre essentiellement leurs propres expériences dans le processus de travail sur l'habitat collectif.²

Les potentiels d'usages

Acteurs

Le projet des Grand-Chêne propose des logements mixtes en location (HM et LUP-HM) et en propriété par étages (PPE). Ce processus a permis à une partie des futurs habitants de choisir les matérialités et agencement de leurs espaces.³ Ces démarches ont été initiées par la commune de Céligny qui est le maître d'ouvrage de ce projet. Ce type de démarche permet, au-delà du soutien financier, de créer un rapport de proximité entre les architectes et les futurs propriétaires des lieux. Le sentiment d'appartenance et de « chez soi » est alors présent avant même d'occuper les lieux.³

¹ Borg, bunq architectes : Limites floues, interview de Frédéric Frank commissaire du projet et Julien Grisel architectes fondateurs du bunq, à l'occasion de l'exposition Time Space Existence 2021, biennale d'architecture.

² Gisel Julien. « Caserne des Vernets: entretiens croisés avec les lauréats du MEP pour les îlots de logements Propos recueillis par Yony Santos | Espazium », 11 octobre 2017.

³ Interview menée par l'étudiante aux près des habitants, décembre 2021.

Photographie personnelle, décembre 2021



Loggia rez-de-chaussez donnant sur cour
Photographie personnelle, décembre 2021



Usage

Les espaces de loggia, donnant sur une cour, apportent aux étages des perspectives sur le paysage et amènent les occupants à venir se reposer sur ces dernières. Ces espaces sont bien exposés et bénéficient de nombreuses heures d'ensoleillement. La profondeur de 2m30 permet de disposer une table pour quatre personnes ou des canapés. Cet espace est conçu comme un lieu de détente et de contemplation. Au rez-de-chaussée, les loggias sont du côté cour, générant de très fortes connexions entre les habitants du rez et leurs voisins. Ces loggias prennent, alors, une dimension particulière favorisant l'interaction :

« De plus, nous nous intéressons à la création d'espaces collectifs favorisant les interactions avec les habitants : la rencontre, la réunion et la discussion créent un sentiment de communauté. Pour nous, ce sens de la communauté est nécessaire pour créer un endroit agréable et durable où vivre. L'architecte n'est certainement pas en mesure de créer de bonnes relations entre voisins, mais il peut créer des espaces qui contribuent à des interactions positives entre eux. »

Appropriation

Trois des entretiens réalisés sur place furent auprès d'habitants du rez-de-chaussé. La discussion s'est grandement portée sur le thème de la privacité de ces loggias donnant sur cour. Pour rappel, l'accès principal des bâtiments est également de ce côté. De manière générale, ces habitants notent le fait qu'une forte exposition aux passants est présente, d'une part, car ils sont situés au rez, d'autre part, car ils sont proches de l'accès aux entrées. Cependant, toutes les personnes interviewées n'y voient pas un problème majeur et reconnaissent que c'est une situation particulière ne convenant pas à tous. Cependant, ces habitants interviewés assurent que cette exposition n'est pas un problème en regard de la plus-value permettant à leurs enfants de jouer directement dans la cour et le jardin. Les places devant les loggias sont couramment utilisées par les enfants du quartier qui peuvent accéder aux espaces extérieurs plus librement. Une majeure partie des habitants ont mentionné que le format des loggias permet une communication très facile avec les autres habitants du quartier. Ces espaces sont, en grande partie, utilisés

1 Borg, bunq architectes : *Limites floues*, 2021

Photographie personnelle,
décembre 2021



comme des coins repas ou de discussions qui leur permettent, par exemple, de saluer leurs voisins quand ils rentrent. L'appropriation de ces espaces est, en général, du même ordre pour l'ensemble des constructions. Certains habitants du rez ont cependant ajouté des barrières supplémentaires à leur espace, afin d'y placer soit de la végétation, un potager ou pour avoir plus de dissociation entre espace semi-public et sphère privée. L'appropriation des lieux révèle que les plans conçus ne manquent pas d'espaces.

Les protections solaires, des volets sont essentiellement utilisés afin de donner plus de privacité aux occupants la nuit. La majeure partie des personnes rencontrées ferme leurs volets la nuit. Ces derniers sont utilisés comme protection solaire que dans de plus rares circonstances. La séparation des entre-deux appartements au niveau des loggias est articulée par des armoires de rangement. Ces dernières sont construites à 50 cm de hauteur sous-dalle. Ainsi, cette séparation permet une lecture de la continuité spatiale des loggias occupant l'entier de la façade. De ce fait, le langage produit sort d'une conception de « juxtaposition » de chaque cellule privée. Une habitante témoigne qu'elle investit cette particularité en passant des plats ou des objets directement à sa voisine par l'espace laissé vide au-dessus de ces armoires. Le sentiment de communauté est présent, selon les habitants, et, malgré certaines réserves quant à la privacité des espaces, la qualité spatiale générale prime.

Mise en scène

A l'occasion de la Biennale 2021, l'exposition « *Time Existence and Space* », le bureau a présenté le projet de Céligny, avec la collaboration de la cinéaste Daphné Bengoa. Ils ont notamment abordé le point spécifique de l'appropriation dans leurs productions architecturales et notamment pour Céligny. Ce bâtiment révèle donc des propriétés exemplaires en termes de résultats entre la relation : usage prévu et appropriation des occupants. On constate que l'usage peut-être prévu des espaces est cohérent avec l'occupation des lieux, de plus l'architecture renforce la convivialité du quartier et promeut l'interaction entre les occupants. Ce bâtiment a été spécifiquement utilisé par les architectes pour mettre en scène les possibilités et la richesse de l'occupation des espaces intermédiaires en Suisse.

Photographie personnelle,
décembre 2021



©Daphné Bengoa, Film
projeté à la Biennale 2021



Le potentiel bioclimatique

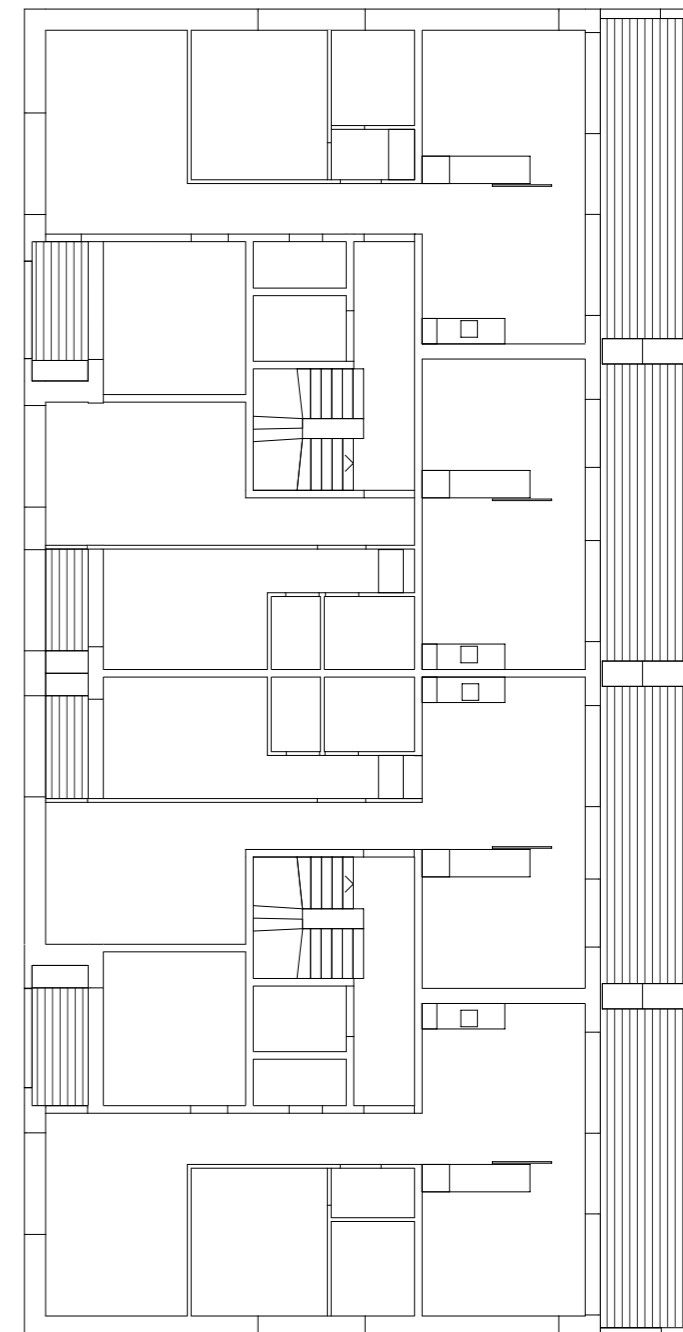
Le projet a été conçu en respectant une approche écologique globale¹, il respecte le label Minergie THPE. Les techniques du bâtiment se veulent simples et économiques.

Le dimensionnement des loggias n'a pas été spécifiquement calculé pour correspondre à la course solaire, il n'est donc pas optimisé pour maximiser les gains passifs. Par ailleurs, on peut constater que les bâtiments ont les mêmes dessins concernant leurs façades sur cour et cela indépendamment de leur orientation. Ce qui est une logique contraire au principe de la bioclimatique. Ce choix est pris afin de permettre une richesse sur le plan urbain et éviter une application trop régulière qui risquerait de générer des problèmes sur les espaces publics. En effet, si toutes les cours étaient orientées sud, il y aurait un « avant » et un « arrière » de quartier. La situation actuelle permet de créer plusieurs centralités. La façade est en béton et doublée intérieurement par de la brique isolante en terre cuite.¹ Le béton est un matériau qui a une bonne capacité de stockage thermique. Cela permet de réduire les besoins de chauffages, grâce à l'accumulation de chaleur stockée dans l'épaisseur du béton. Les habitants ont d'ailleurs appuyé le fait que la construction reste très fraîche en été.

Les murs porteurs intérieurs sont en briques isolantes de terre cuite, l'utilisation de ce matériau a permis (en plus d'isoler et de porter) « d'hydro-réguler » humidité présente dans les logements. Ce choix a permis d'utiliser un système de ventilation naturel hybride qui limite le débit de ventilation en fonction de l'humidité. Ce système innovant utilise le phénomène de tirage d'air chaud et la force du vent. Le débit d'air est alors plus faible que celui d'un système traditionnel et permet également de faire des économies de chauffage. Il faut cependant noter que pour mettre en œuvre ce système, des entrées d'air hydro-régulables ont été ajoutées sur les cadrants de fenêtre. Ce système ne permet également pas la

¹ Borg, bunq architectes : *Limites floues*, 2021

Plan redessiné d'un des immeubles. L'on peut constater l'épaisseur structurelle dans le quel la loggia se situe cotés cours (à droite).
Echelle 1:200
©Bunq



récupération de chaleur sur l'air sortant, car il n'est pas double-flux.²

De plus, la construction prend également en compte d'autres aspects liés à l'écologie, comme l'utilisation d'un système de pellet bois pour chauffer l'ensemble des immeubles, la gestion des eaux, la biodiversité dans la composition des aménagements extérieurs. Le système de chauffage est couplé avec une chaudière à mazout, pour permettre de remplir les besoins en chauffage lors de pointes en demande.³



Photographie personnelle,
Décembre 2021

Faces latérales des loggias.
Cette photographie montre
l'aspect général massif du
bâtiment et le traitement
des ouvertures sur les côtés.

1 « Bunq Architectes: Blurring Boundaries ». Consulté le 12 janvier 2022. <https://timespaceexistence.com/2021/10/22/bunq/>.

2 « Perenzia ingénieurs en physique du bâtiment, énergie et biodiversité depuis 2014 ». Consulté le 16 janvier 2022. <http://perenzia.ch/>.

3 nrjmg. « Les Grands Chênes - Celigny | Energy Management & R-E Moser », 4 septembre 2020. <https://bureauingenieurs.ch/index.php/project/les-grands-chenes-celigny/>.



Coopérative Equilibre - Logements à Cressy

L'expression architecturale

Introduction, contexte culturelle, bâti et paysager

Aux Cressy, l'immeuble réalisé par la collaboration du bureau Atba et la coopérative Equilibre inauguré en 2011, est un immeuble de trois étages. Cette construction est au bord du quartier de Cressy, à l'ouest de Genève. Cressy fait parti du développement de l'agglomération genevoise et se trouve dans la commune de Confignon. Cet immeuble fait parti d'un ensemble de trois constructions chacune réalisées par une coopérative différente. Les trois réalisations linéaires sont bordées à l'Est par un parc.

Ces trois immeubles font partie du développement récent de Cressy et reprennent la morphologie de ce développement. La construction est entourée de végétation plantée lors de l'aménagement du site. L'aspect naturel et la biodiversité sont très fortement favorisés. Le bâtiment a, au rez-de-chaussée, des espaces communs pour l'ensemble des habitants. Ces espaces sont munis de potagers et l'on peut y trouver également des poules, un espace de jeu et une place pour y faire des réunions et fêtes à la belle saison. A l'intérieur de l'immeuble, figurent également des espaces communs. L'échelle de la construction est identique au voisinage, autant dans la morphologie que la hauteur ou la densité. L'entrée du bâtiment est du côté nord du bâtiment, les trois constructions sont organisées de la même façon, au nord à chaque fois l'on retrouve l'accès au bâtiment et des façades plus monotones, au sud l'on retrouve des jardins et balcons. Ce type d'aménagement paysager correspond bien à des quartiers d'habitations classiques.



Plan de masse © géoadmin

Composition des façades

Le bâtiment est conçu suivant les principes d'architectures bioclimatiques ; la façade sud a une grande proportion de vitrage et les façades est, nord et ouest ont une petite proportion d'ouverture. L'ensemble des façades reprennent, dans un premier temps, le même langage. L'enveloppe est composée d'un mur en bois, puis de cellulose compactée, de pan-neau bois, laine de roche et finalement, recouverte de crépis sur treillis. La façade sud est complétée par une structure d'habitation extérieure en bois. Cette dernière est agencée de manière à ce qu'on puisse lire clairement le sentiment d'un élément ajouté indépendant qui vient dialoguer avec la première expression. Cette structure permet un contrôle climatique et l'usage de balcons. Cette façade revêt alors une forte expression de son second système constructif et caractérise le bâtiment en lui conférant une certaine singularité. Le dessin de la façade est l'expression de l'organisation interne du bâtiment. Ainsi, on constate que les ouvertures ont été placées essentiellement suivant l'utilisation interne, sans chercher à créer en façade une régularité particulière ou un jeu de proportion. Ce geste est d'autant plus marquant qu'il provoque un contraste avec les autres façades : on est soudainement face à une façade habitée. Les balcons ont deux types de profondeur. Cette variation ne se superpose d'un étage à l'autre, ce qui participe à la dynamique de la composition de cette façade. La structure porteuse extérieure permet d'avoir ce type de re-dents sans pour autant qu'elle dénote comme pièce ajoutée : ils s'inscrivent dans le volume général. La structure extérieure a également une couverture à sa sommité, participant à la gestion bioclimatique et à la clôture de l'espace.¹

¹ Coopérative équilibre, 1 - fiche de descriptions Cressy, 2016.

Typologie de l'interface habitée

La façade sud, par l'ajout de la structure bois, va donc prendre en épaisseur et être spatialisée. Elle reprend les codes d'un balcon, volumes clairement dissociables du reste du bâtiment constitué d'une structure ponctuelle et linéaire. Ces balcons naviguent entre deux catégories, ils sont d'une part, filants, fins et communs et d'autre part, plus profonds au-devant de chaque grande ouverture, comme une extension de l'espace intérieur. Ils sont privés, paradoxalement au moment où ils s'avancent vers l'espace commun de la parcelle. Ils mettent ainsi en valeur le profond dialogue et partage présent dans ce type de coopérative entre sphère privée et semi-publique. Ces redents s'inscrivent dans l'ensemble de la structure et viennent dynamiser cette dernière.¹

Protection et matérialité

L'ensemble de la structure porteuse et le plancher de cet espace intermédiaire sont construits avec la même essence de bois. Le bois choisi à uniquement une couche de vernis afin d'éviter une trop rapide dégradation du matériau. Il n'a pas subi de traitements esthétiques, comme un pré-grisement, par exemple. Le vieillissement du matériau opère naturellement sous l'effet du soleil et donne ainsi diverses teintes selon l'exposition du bois. Les gardes-corps sont également laissés en acier-brut. Entre les différents appartements, il n'y a pas de séparations prévues sur le balcon filant. Les stores toiles permettent d'apporter de l'ombrage sur les balcons, ils ne confèrent pas de confidentialité. L'ensemble des éléments prenant part à l'articulation de cet espace est prévu pour le contrôle climatique et non pour la confidentialité visuelle. Le filtre avec l'espace public de la rue est essentiellement apporté par l'ensemble d'arbres qui entourent la parcelle.¹

¹ Coopérative équilibre, 1 - fiche de descriptions Cressy, 2016.¹

Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis le jardin



Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis la terrasse du rez



Héritage et posture architecturale

Ce type de construction s'inscrit dans les préceptes de la conception architecturale bioclimatique : un lieu pensé et conçu selon son environnement. Les démarches relatives à la conception de ce projet sont, par ailleurs, spécifiques et expliquent une partie de la grande sobriété présente dans le dessin de la façade. Le maître d'ouvrage a souhaité minimiser un maximum les coûts liés à l'architecture du projet. Une grande simplicité a été demandée, les volumes devaient être également fortement optimisés. Il a été spécifié, dès le début du mandat, que l'originalité et de longues réflexions sur l'image du projet n'étaient pas souhaitées. Tous les efforts lors de la réalisation de ce projet ont été portés sur l'efficacité énergétique du bâtiment selon des valeurs durables. Une telle mise en place et importance mise sur la qualité durable d'un lieu construit, n'auraient jamais été possible sans l'engagement des acteurs de la coopérative. L'apparence produite est directement conséquente à un besoin ; besoin de vivre ensemble dans un monde pensé pour demain. Cette apparence n'est donc pas ou peu mise en forme.¹

« Un logement, c'est bien plus qu'un abri. C'est autour de cet espace – où nous évoluons ensemble avec nos proches – que nous développons nos relations de voisinage et tissons un réseau social de proximité. Au delà du quartier, c'est notre relation aux autres habitants de la planète que nous souhaitons intégrer dans la réflexion sur le logement, aujourd'hui comme demain, ici et ailleurs.

C'est dans ce contexte que nos familles se sont réunies au sein d'un projet de coopérative d'habitation participative. A la recherche d'un équilibre entre nos besoins et ceux de la collectivité, entre ce que la nature peut nous fournir et les ressources que nous lui soustrayons. »²

1 Mitaine, Les coopératives d'habitations durables et écologiques, 2018

2 Coopérative équilibre, 1 - fiche de descriptions Cressy, 2016.

Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis la salle à manger



Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis la salle à manger



Les potentiels d'usages

Acteurs

Ce projet a été réalisé avec une coopérative d'habitation, c'est un organisme sans but lucratif ayant pour objectif de fournir des logements à ses membres au meilleur prix. C'est une manière d'habiter intermédiaire entre la propriété et la location traditionnelle, les différents propriétaires d'un immeuble en assumant conjointement la responsabilité. Formellement, les coopérateurs sont locataires mais ils participent aux décisions et élisent le conseil d'administration. ¹ Dans ce cadre, les habitants de Cressy ont pu exprimer leurs besoins durant le processus de conception du bâtiment, leur implication a été active dès le début du projet. Les habitants ont pris part aux travaux, réalisant ainsi une centaine de jours de travail. C'est l'association des habitants qui est en charge de l'exploitation et de l'entretien. ²

Usage

Les balcons orientés sud sont communicants, ils permettent aux voisins de se côtoyer et de pouvoir profiter d'un espace extérieur à l'échelle de la cellule familiale. La profondeur des balcons est de 3 mètres et 1m50 pour la partie en coursière. Les coursières sont communes, les foyers d'un même étage doivent s'accorder sur les limites d'usage possibles. L'ensemble des habitants se connaissent, ils se réunissent régulièrement pour faire des réunions de gestion et de coordination de l'immeuble. Les balcons sont des espaces prévus comme des espaces de partage, encourageant les rencontres amicales. Le rez-de-chaussée a une partie en terrasse privative, permettant aux habitants du rez de pouvoir disposer de leurs propres espaces extérieurs. Devant les terrasses, l'espace est commun à tout l'immeuble.

¹ ge.ch, *Coopérative d'habitation*, Consulté le 1 janvier 2022.

² Coopérative équilibre, *1 - fiche de descriptions Cressy*, 2016.

Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis le balcon



Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis le balcon



Appropriation

Les discussions menées avec les habitants révèlent une grande cohésion concernant leurs opinions et leurs perceptions de l'usage des lieux. Le fait qu'ils fassent tous partie de la coopérative implique qu'ils sont en accord avec la charte de cette dernière, ce qui explique les idées plus similaires qu'à l'accoutumée des habitants. L'appropriation des façades est très grande, cela est constaté avec bonheur par les occupants. Ce sentiment de forte occupation des lieux est relatif à trois explications. Premièrement, la composition très filaire et transparente de la structure laisse apparaître au regard de tous, l'ensemble des objets qui ont été placés dans ces espaces. A la différence des autres études de cas, il n'y a pas de moyens fournis par l'architecture pour dissimuler ces objets, à la vue des passants, par exemple derrière des rideaux ou des volets. Deuxièmement, la volumétrie des appartements est très compacte et minimale, il y a donc moins d'espaces de rangement que dans les deux études précédentes. Ce qui explique que certains occupants entreposent leurs objets également dehors. On constate que les habitants des lieux ont également construit, au fur et à mesure des années, des barrières plus au moins présentes sur les coursives. A l'aide d'objets, de rideaux et de pots de plantes, les habitants ont, peu à peu, marqué les zones où les changements de foyer se situent. Par le passé, les enfants couraient sur ces coursives de bout en bout, ce qui provoqua pour certains utilisateurs un dérangement. Ainsi, des objets marquant plus de délimitations physiques ou visuelles furent installés, laissant passer, à présent, uniquement les chats. Cependant, ce n'est pas uniquement la gêne occasionnée par la jeunesse qui explique la présence d'objets. Selon d'autres occupants, c'est parfois simplement par souci de confort d'utilisation qu'ils ont déposé des objets sur l'ensemble du balcon jusqu'aux limites des propriétés. Les habitants ont également disposé des tapis ou des toiles entre les différents étages de balcons car la distance entre les lattes de bois laissait traverser de la poussière et d'autres éléments sur les occupants du niveau inférieur. Le fait que les occupants se connaissent tous explique également que ces derniers se sentent tout à fait à l'aise d'entreposer leurs objets plus librement sur les coursives. On constate également la présence d'éléments disposés sur les garde-corps permettant d'ajouter plus de privacité.

Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis le balcon



Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis le balcon



En été, les habitants note qu'ils descendent les protections solaires fréquemment pour éviter la surchauffe des lieux. Ils mentionnent qu'il est impossible de faire sans en été. Pour certain l'appartement reste malgré la présence des protections trop chaud, cependant personne n'a ajouté d'éléments supplémentaires à la structure.

Mise en scène

Ce projet fait partie des projets précurseurs de la région genevoise, en termes de coopératives durables. Beaucoup d'articles et d'interviews ont été réalisés sur la coopérative Equilibre et leurs réalisations. L'intérêt est fortement présent, à tel point que la coopérative a mis en place des visites régulières pour présenter leurs projets au public. La coopérative est également très transparente sur l'ensemble de la construction, l'organisation interne et les coûts du projet. Par ses actions, la coopérative permet une très grande transmission de leurs savoirs et expériences acquis lors des réalisations, leur succès est grandissant. On constate que ce mode alternatif de choix de vie et d'habitat est en train de grandir en Suisse francophone, depuis ces 10 dernières années.¹

¹ Davidovici, Cours : Swiss Cooperative Housing: A critical overview, 2021

Photographie personnelle
Décembre 2021
Vue depuis le jardin



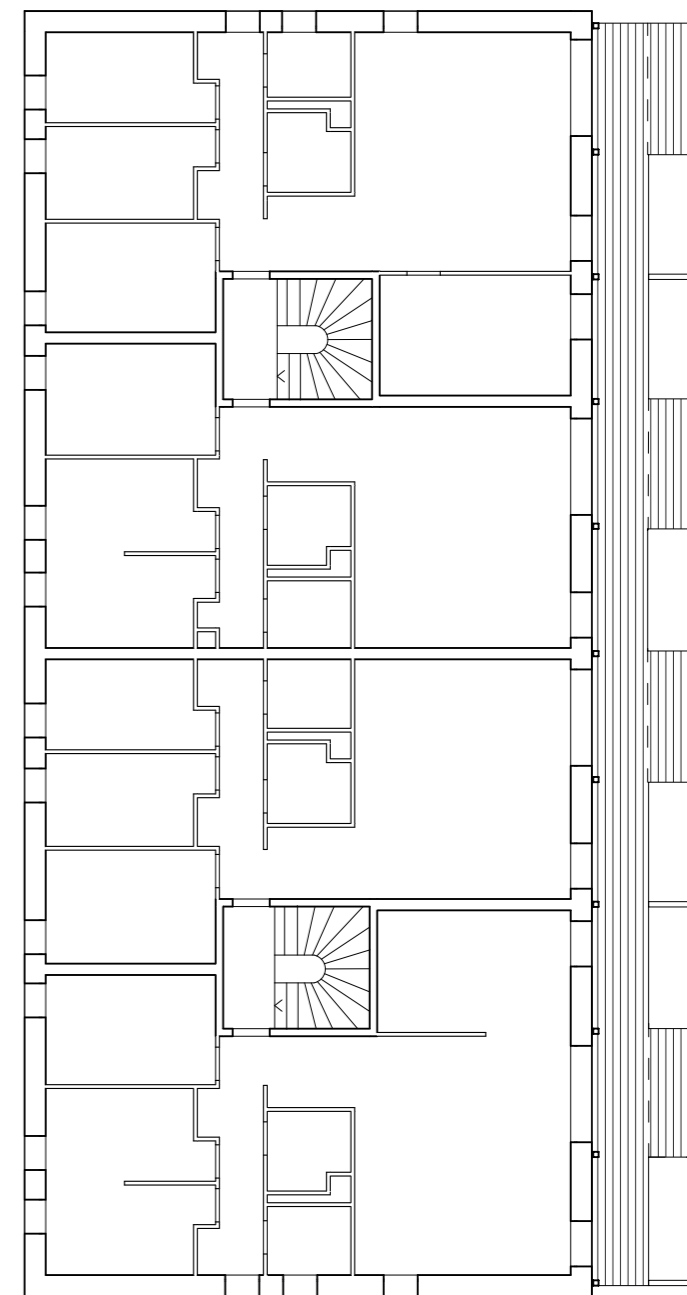
Le potentiel bioclimatique

Comme énoncé précédemment, dès le début, le projet a été réalisé avec de hautes exigences concernant la durabilité des lieux. Le but était de réaliser un bâtiment ayant un faible impact environnemental sur l'ensemble de son cycle de vie. Pour ce faire, la coopérative a souhaité respecter le label Minergie P-eco, qui a permis d'assurer une faible consommation en énergie et des matériaux respectueux de l'environnement.¹

La conception du bâtiment a été calculée suivant les principes bioclimatiques. La façade est dessinée de façon à ce que les différentes épaisseurs d'espaces intermédiaires profitent aux gains solaires passifs. En face des grandes ouvertures, il y a donc la partie la plus profonde des balcons qui permet l'usage. Au-dessus de ces mêmes espaces, il y a la partie supérieure plus fine des balcons. Cela permet au soleil de rentrer à l'intérieur des grandes ouvertures, été comme hiver et favorise les gains. Afin d'éviter la surchauffe, au-devant de ces grandes ouvertures sont positionnées des protections solaires amovibles. Celles-ci sont verticales au dernier étage et horizontales au rez et premier étage. De manière générale, la conception bioclimatique a été poussée également dans la disposition du plan, les espaces qui vont acquérir le plus de gains solaires passifs, grâce à leur orientation, sont au sud-est. Ce sont les espaces de séjour et de cuisine, occupés pendant la journée. Les chambres sont positionnées au nord-ouest, bénéficiant alors de moins d'apport solaire ce qui correspond à l'usage des lieux. Les espaces sont donc réfléchis en fonction de l'activité qu'on y fait et la façade a le degré d'ouverture correspondant à ce type d'utilisation. En effet, les espaces de vie ont de grandes ouvertures et les espaces peu utilisés en journée, comme la chambre et les toilettes, ont de plus petites ouvertures. La lumière naturelle rentrant dans le bâtiment est donc optimisée à son usage.

¹ Coopérative équilibre, 1 - fiche de descriptions Cressy, 2016.¹

Plan redessiné
L'on peut constater les
différentes épaisseurs des
redants des balcons (à
droite).
Echelle 1:200
©Atlba



Synthèse

Au moment de choisir les études de cas, le choix s'est porté sur la volonté d'investiguer différentes typologies d'interfaces, chacune ayant, à priori des qualités dans un domaine particulier. Le cas du bâtiment de Lacaton & Vassal et la coopérative Equilibre ont tous deux des engagements en terme d'architecture bioclimatique affirmés dans leurs publications et le bâtiment de Bunq architecte est manifeste d'expression architecturale et d'innovation typologique dans leurs interfaces habités.

A titre personnel, j'ai toujours vécu dans des habitations individuelles qui avaient des serres sur l'un des pans de façades. Ayant toujours apprécié cette typologie, j'étais très intriguée par leur reproduction à l'échelle des logements collectifs. Cependant, l'étude du bâtiment de Lacaton Vassal a révélé un fort mécontentement au niveau du confort thermique des habitants, cela dû à une mise en œuvre constructive non aboutie. Ce bureau a fait ses preuves dans la production architecturale contemporaine par leurs innovations typologiques en matière de logements collectifs. En effet, la réflexion et la réalisation de tels systèmes et d'espaces intermédiaires de façon si systématique, n'est pas aisé. Leur message principal est faire toujours plus de qualités, d'espaces, de potentialités d'usage et cela pour un moindre coût avec des bâtiments déjà construits qu'il n'est plus nécessaire de démolir. Si cette pensée fonctionne parfaitement déjà existant et est un réel bénéfice pour le parc bâti, empêchant la démolition ou le simple "emballage" d'anciennes constructions. On peut voir que pour l'application de ces mêmes principes, à grande échelle pour des nouvelles constructions, celles-ci perdent de leur efficacité. Les habitations construites à Chalon perdent leurs locataires et les appartements vides ne sont plus remis à la location, cela en attendant la fin d'un procès contre l'entreprise responsable des mal açons.¹ Le cas de Chalon-sur-Saône est cependant spécifique et une étude complémentaire sur le confort d'occupation d'autres nouvelles constructions devrait être réalisée pour permettre de définir si cette typologie d'interface fonctionne réellement ou non. Les expériences réalisées dans les années 70 par Baer, démontrent que cette typologie fonctionne à petite échelle, donc présuppose que cela est applicable à de plus grand ensemble de logements collectifs.

L'étude du bâtiment réalisée à Céligny a révélé que ces constructions, en plus de leurs très fortes maîtres du langage architectural, ont également pu engendrer, par leurs typologies d'interfaces, des usages et des appropriations très fortes, participant ainsi au développement de la vie du quartier. Ces espaces permettent aux occupants de communiquer entre eux quand ils le désirent, tout en ayant également la possibilité de profiter de moments plus intimistes dans leurs espaces extérieurs s'ils le souhaitent. Il faut toutefois prendre en compte que le cadre dans lequel ces constructions ont été faites a également permis de créer toutes ces qualités architecturales, notamment par un maître d'ouvrage et un financement qui ont suivi les concepteurs.

Dans le cas d'un budget plus restrictif, comme pour la coopérative Equilibre à Cressy, la production bâtie fait force d'exemplarité quant à son succès. En effet, malgré de très fortes contraintes programmatiques et budgétaires, il a été possible de créer un espace très qualitatif en termes d'usage et de bioclimatique. Les occupants sont également plus tolérants quant à leur confort thermique parfois non atteint. Cela s'explique par le fait qu'ils respectent et savent dans quel type d'habitat ils ont choisi de vivre. Ainsi, même si certains habitants ont exprimé qu'il faisait parfois trop chaud ou qu'il était nécessaire d'enfiler un pull chez soi en hiver, ils l'acceptent. C'est avec les développements modernes que nous avons pris pour habitude d'avoir des intérieurs chauffés à 22°C en plein hiver et qu'on se balade en t-shirt chez soi quand il neige dehors. Cependant, penser et fonctionner ainsi ne permet pas une utilisation des ressources mesurées. Afin de limiter nos dégâts sur cette planète et limiter l'augmentation des températures, il faut reconsidérer nos standards et réduire nos exigences.

Mais la question reste complexe car on ne pourra pas convaincre tout le monde de vivre avec une empreinte carbone minimale et des toilettes sèches. La solution, à mes yeux, se trouve dans trois domaines. Premièrement, par le biais politique et légal, il sera nécessaire d'introduire des réglementations et des standards encore plus exigeants. Cependant, on peut constater que même si nous avons déjà fait en Suisse quelques pas dans ce sens, les labels Minergie ont leurs limites et si les concepteurs et les architectes ne portent pas de réelles valeurs durable à

leurs constructions, un label Minergie n'empêchera pas l'utilisation de ressources rares ou coûteuses en énergie grise. Dans un second temps, il est essentiel que les expériences réussies en terme de conception bioclimatique fassent parler d'elles. La transmission de ce savoir et de ces techniques doit se multiplier et faire partie des bases. Finalement, il faut faire preuve de mesure : le seul critère de durabilité ne peut pas suffire à produire des espaces qualitatifs en terme d'usage et d'expression architecturale. La prise en compte des qualités spatiales et durables est donc nécessaire afin de garantir une production qui pourra être admise par le plus grand nombre.



Photographie personnelle
Décembre 2021

Les tons entre le nouveau
et l'ancien se confondent.

CHAPITRE 5

SITE

Le choix du site pour le projet de diplôme s'est orienté sur un terrain en partie construit dans le quartier de Mattenhof à Bern. Ce terrain se situe dans un quartier d'habitations, de moyenne densité. Ce quartier est au cœur de l'agglomération de Bern, au sud-ouest de la vieille ville. Le site est accessible depuis les transports publics et proche d'une école secondaire. Les tissus bâtis au nord du site sont constitués de barres d'immeubles et de plots d'en moyenne quatre à cinq étages. Sur le flanc sud du site, on trouve quelques petits immeubles et des maisons en rangées bernoises. Une voie de train se situe également au sud du site, cet axe relie Bern Europlatz à Bern Weissenbühl. Des commerces se situent à proximité des sites ainsi que quelques infrastructures sportives.

Le terrain comporte un stade de sport, actuellement fermé car l'immeuble donnant accès à ce lieu est en rénovation. Au nord du site, il y a déjà actuellement trois terrains de sport, l'on peut considérer que ces terrains pourraient être utilisés en remplacement de l'air de sport actuellement inoccupé. De petites aires de jeux s'insèrent entre les maisons en rangées bernoises, mais l'ensemble du quartier n'a pas beaucoup d'espaces de jeux publics. Les aménagements extérieurs des bâtiments sont généralement privatisés pour les habitants du rez-de-chaussée et il n'y a, actuellement, pas d'espace vert communs. Le site placé à l'interface des deux sites pourra potentiellement prendre en compte cela afin de proposer des espaces semi-publics. Le terrain est actuellement légèrement surélevé par rapport au niveau de la route et sur le même niveau que les voies de chemin de fer. Le choix d'être à proximité d'une voie de chemin de fer permet de traiter un enjeu lié à la question du bruit, l'épaisseur de la façade sera donc amenée à prendre en compte cette complexité.

Ce quartier est en forte voie de développement selon le plan directeur bernois et un concours prévoit, actuellement, la construction d'une seconde école à l'ouest du site. L'idée serait de proposer un programme pour du logement coopératif, une ensemble d'habitations durables reprenant l'ensemble des stratégies possibles liées à la bioclimatique d'une conception architecturale. L'idée serait de proposer un ensemble de logements qui permette la cohabitation et l'équilibre des différents catégories et modes de vie de la population. L'idée sera d'inclure, également, la diversité typologique pour inclure tout mode de vie.

Plan 1:2500
En blanc les bâtiments
publics





Photographies personnelles
Novembre 2021
Maison en rangée bernoise,
située sur la partie sud au
site



Vue du site depuis la route



Route et habitations voi-
sines au nord du site.

CHAPITRE 6

CONCLUSION

La façade a toujours permis de faire le lien entre la construction et les mouvements de pensée architecturaux, par le fait qu'elle est l'interface vers le monde extérieur et donc, les concepteurs l'utilisent pour faire porter leurs messages, leurs manières de concevoir des bâtiments. L'International Style a cherché à créer une identité à la nouvelle production architecturale en repensant l'architecture. Ils ont également initié le chemin vers de nouvelles manières de procéder dans le processus de conception d'un bâtiment. Penser et concevoir autrement les bâtiments que l'on construit est une urgence de notre temps. La façade est une ressource permettant de porter des messages, nous devons chercher un nouveau langage pour l'architecture d'aujourd'hui, l'architecture de la durabilité. L'architecture ne doit plus exprimer uniquement le savoir-faire de la personne qui l'a conçue, mais elle doit pouvoir porter les valeurs d'une société durable et cela dans des lieux agréables à vivre. L'étude des espaces intermédiaires des façades a permis de rendre compte de l'importance de l'engagement des concepteurs avec les réels habitants d'un lieu. La limite entre l'espace où nous vivons peut devenir un réel lieu de vie, à l'intermédiaire entre espace public et espace privé, la bonne conception de ces espaces peut être une réelle ressource. Concevoir selon les logiques bioclimatiques nous permet d'avoir des outils pour formuler un nouveau vocabulaire attentif à l'environnement qui nous entoure. Notre interface avec le monde extérieur peut gagner en complexité spatiale et devenir une réelle ressource pour un habitat durable. Afin que ces espaces puissent être multipliés dans les constructions futures, il faut qu'elles prennent en compte l'ensemble de la vie d'un bâtiment. La seule considération des préceptes bioclimatiques ne garantit pas un usage des lieux, ni la production de richesse typologiques. Il s'agit, en effet, parfois de devoir trouver des compromis entre durabilité et architecture, l'une nécessitant l'autre pour garantir un succès.

CHAPITRE 7

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie, cours et conférences :

Andersen Maryline, Karmann Caroline, Jan Wienold, *Cours: Comfort and architecture: sustainable strategies*, 2020.

Banham, Reyner. «A Home is Not a House» . *Art in America Volume 2*, no. 2 (April 1965) p. 70-79.

Banham, Reyner, Baboulet Luc, et Cazé Antoine. *L'architecture de l'environnement bien tempéré*. Orléans: éditions HYG, 2011.

Banham, Reyner, Baboulet Luc. *Los Angeles*. Marseille : Éditions Parenthèses 72, 2008

Banham, Reyner. *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. [2nd impr.]. London: Architectural Press, 1973.

Bihouix, Philippe. *L'âge des low tech : vers une civilisation techniquement soutenable*. Paris: Edition du Seuil, 2014.

Bornarel Alain, Gauzin-Müller Dominique, Madec Philippe. *Manifeste pour une frugalité heureuse*. (janvier 2018) . Consulté le 23 décembre 2021. <https://www.frugalite.org/fr/le-manifeste.html>.

Bornarel Alain, Madec Philippe. *Conférence « Bio-inspirée & bioclimatique, la métamorphose »*, 2018.

Borne, Emmanuelle. «Anne Lacaton : Nous cherchons toujours à dilater l'espace» . *L'Architecture d'Aujourd'hui*, no. 424 (2018), p.46-51.

Cook Jeffery, « Solar Architecture » in *Architectural Association Quarterly*, vol 13, n°2-3, Janvier-juin 1982, p. 15-21. Citée par Reyner Banham, the architecture of well tempred environnement.

Davidovici, Irina. *Cours : Swiss Cooperative Housing: A critical overview*, 2021.

Diaz Lozano Patiño, E., D. Vakalis, M. Touchie, E. Tzekova, et J.A. Siegel. « Thermal Comfort in Multi-Unit Social Housing Buildings ». *Building and Environment 144* (octobre 2018): 230-37.

Frampton, Kenneth. « Modernisme et tradition dans l'œuvre de Mies van der Rohe 1920-1968-» in *Mies van der Rohe. Sa carrière, son héritage et ses disciples*, Editions du Centre Georges Pompidou, Paris, 1987

Frontczak, Monika, et Pawel Wargocki. « Literature Survey on How Different Factors Influence Human Comfort in Indoor Environments ». *Building and Environment 46*, n° 4 (avril 2011): 922-37.

Gannon, Todd, et Banham, Reyner. *Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*. Los Angeles: Getty Research Institute, 2017.

Gannon, Todd. *Conférence : Reyner Banham and the Paradoxes of High Tech*, 2018.

Herrmann Eva, Hartwin Busch, Krammer Martin, Sturm Jörg, Wartzeck Susanne, Reichel Alexander, et Schultz Kerstin. *Enclose - Build : Walls, Facade, Roof*. Basel: Birkhäuser, part of Walther de Gruyter GmbH, Berlin, 2015.

Heschong, Lisa. *Architecture et volupté thermique*. Marseille: Parenthèses Editions, 2021.

Holmgren, David. *Future Scenarios : How Communities Can Adapt to Peak Oil and Climate Change*. Totnes: Green, 2009

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021: *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Joud, Christophe. *À l'intérieur : les espaces domestiques du logement collectif suisse*. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2016.

Lacaton, Anne, Jean-Philippe Vassal, Fernando Márquez Cecilia, and Richard C. Levene. *Lacaton & Vassal 1993-2015 : horizonte post-mediático = post-media horizon*. Madrid: El Croquis Editorial, 2015.

Lazime Florence. *Les espaces intermédiaires dans le logement collectif, formes d'appropriation et enjeux*. Clermont-ferrand : Ecole nationale supérieure d'architecture, 2015.

Le Corbusier, *Journal de psychologie normale et pathologique*, n°23, p330, 1926.

Le Corbusier, *Précision sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme 1930*, Edition Vincent Fréal Cie, paris 1960, p.64-66.

Le Corbusier, *Vers une architecture*. Paris: Flammarion, XVII-XXI, 1-10, p.225-245, 1995.

Lucan, Jacques. « Des colonnes, mais creuses : de Louis I. Kahn à Toyo Ito », in Roberto Gargiani (éd.), *La colonne. Nouvelle histoire de la construction*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2008, p.517.

Madec Philippe, Alain Bornarel, Pierre-Yves Brunaud, et Dominique Gauzin-Müller. *L'écurie : manifeste pour une architecture frugale*. Plaisan: Museo éditions, 2019.

Marchand, Bruno. *Carnet de Théorie de l'architecture I-II*, Lausanne, 2016.

Marot, Sebastien. *Marnes, documents d'architecture*, vol. 4, Marseille: Parenthèses Editions, 2016

Mitaine, Alexia. *Les coopératives d'habitations durables et écologiques*. Lausanne : PPUR, 2018

Moley, Christian. *Les abords du chez-soi : en quête d'espaces intermédiaires*. Paris: Ed. de la Villette, 2006.

Mestelan, Patrick. *L'ordre et la règle : vers une théorie du projet d'architecture*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 2005.

Olgyay, Victor, and Aladar Olgyay. *Design with Climate : Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

Pinson, Daniel. *Usage et architecture*. Paris: L'Harmattan, 1993.

Rupp, Ricardo Forgiarini, Natalia Giraldo Vásquez, et Roberto Lamberts. « A Review of Human Thermal Comfort in the Built Environment ». *Energy and Buildings* 105 (15 octobre 2015): 178-205.

Scartezzini, Jean-Louis. *Cours physique du bâtiment III-IV*, 2018

Varesano, Damien. *Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable*, Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

Watson, Donald, Kenneth Labs, et Roger Camous. *L'habitat bioclimatique : de la conception à la construction*. Montréal: L'étincelle, 1983.

Woodward, Christopher. « Willis-Faber and Dumas Building by Foster Associates (Ipswich, UK) ». *Architectural Review*, 5 septembre 1975.

Webographie :

AFASIAARCHZINE.COM. « BUNQ ». Consulté le 10 décembre 2021. <https://afasiaarchzine.com/2019/10/bunq-5/>.

« Bochardon – Projets – TRIBU Architecture ». Consulté le 1 janvier 2022. <https://tribu-architecture.ch/projets/43/bochardon/>.

« Bunq Architectes: Blurring Boundaries ». Consulté le 10 décembre 2021. <https://timespaceexistence.com/2021/10/22/bunq/>.

Comment, Audanne. « C'est dans l'air: la ventilation naturelle | Espazium », 30 juillet 2021. <https://www.espazium.ch/fr/actualites/cest-dans-lair-la-ventilation-naturelle>.
ge.ch. « Coopérative d'habitation ». Consulté le 10 décembre 2021. <https://www.ge.ch/node/2492>.

« facade | Etymology, origin and meaning of facade by etymonline ». Consulté le 4 janvier 2022. <https://www.etymonline.com/word/facade>.

« «House with One Wall» en Suisse par l'architecte Christian Kerez - Journal du Design ». Consulté le 12 décembre 2021. <https://www.journal-du-design.fr/architecture/house-with-one-wall-en-suisse-par-larchitecte-christian-kerez-130943/>.

igeneve.com. « Privalia Immobilier Résidence « Les Grands-Chênes » ». Consulté le 15 décembre 2021. https://www.privalia-immobilier.ch/fr/agency_project/residence-les-grands-chenes/.

Lacaton, Anne, et Jean Philippe Vassal. « 96 LOGEMENTS, CHALON-SUR-SAONE / PRES-SAINT-JEAN » article publié sur le site <https://www.lacatonvassal.com>.

« Modernism ». Consulté le 29 décembre 2021. <https://www.architecture.com/explore-architecture/modernism>.

« Les Grands Chênes - Celigny | Energy Management & R-E Moser », 4 septembre 2020. Consulté le 15 décembre 2021, <https://bureauingenieurs.ch/index.php/project/les-grands-chenes-celigny/>.

Seiler, Rolf. « Caserne des Vernets: entretiens croisés avec les lauréats du MEP pour les îlots de logements Propos recueillis par Yony Santos | Espazium », 11 octobre 2017. Consulté le 15 décembre 2021, <https://www.espazium.ch/fr/actualites/caserne-des-vernets-entretiens-croises-avec-les-laureats-du-mep-pour-les-ilots-de-logements>.

Sitewebconcept, Ernesto Acebal-. « 185 / Confignon – SCHS – Construction d'une coopérative d'habitation | atba architecture + énergie ». Consulté le 15 décembre 2021. <https://atba.ch/realisations/185-immeuble-cooperatif-schs/>.